



BÀI GIẢNG KẾT THÚC TẬP SỰ

GV tập sự: TS. Lê Tuấn
GV hướng dẫn: PGS. TS. Lê Thanh Hà
Bộ môn: Công nghệ Sinh Học

VIỆN CÔNG NGHỆ SINH HỌC & CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM
SCHOOL OF BIOTECHNOLOGY AND FOOD TECHNOLOGY

LÝ LỊCH CÁ NHÂN

- 2010: Kỹ sư công nghệ thực phẩm,
Đại học Bách Khoa Hà Nội (K50)
- 2011: Thạc sỹ công nghệ Sinh học
Đại học Provence (FR) – Đại học Bách Khoa Hà Nội
- 2017: Tiến sỹ công nghệ Sinh học,
Chuyên ngành: enzyme và vi sinh vật
Đại học Toulouse III (FR)

Ngày về trường: 01/04/2018

Tóm tắt công việc tập sự

- Đảm nhiệm phụ trách phòng thí nghiệm chuyên ngành của bộ môn CNSH
- Hướng dẫn thí nghiệm các môn:
 - + Các phương pháp phân tích trong công nghệ sinh học
 - + Công nghệ axit amin
 - + Thí nghiệm kỹ thuật sinh học xử lý chất thải
- Tham gia giảng dạy phần thực hành AutoCAD môn Cơ sở lập dự án và thiết kế nhà máy
- Tham gia hướng dẫn thực tập tốt nghiệp
- Hướng dẫn đồ án chuyên ngành
- Hướng dẫn đồ án tốt nghiệp

Tóm tắt công việc tập sự

- Chủ nhiệm đề tài cấp trường T2018-PC-12: “Nghiên cứu tương tác của vi khuẩn và nấm men phân lập từ các sản phẩm Kombucha”.
- Tham gia nghiên cứu khoa học cùng nhóm đề tài Nattokinase tái tổ hợp. Đã tham gia hội nghị CNSH toàn quốc ngày 26/10/2018 với 01 bài thuyết trình và 01 bài full text đăng trong quyển Proceeding của hội nghị với cùng tiêu đề “Đánh giá khả năng tạo Nattokinase tái tổ hợp trong *Bacillus subtilis* WB800N dựa trên các hệ vector pHT43 và pHT254”
- Tham gia công tác quản lý 4 lớp sinh viên và các hoạt động tập thể khác của Viện CNSH_CNTP



Học phần: Quá trình và thiết bị CNSH

Bài 7. Các quá trình vận chuyển trong thiết bị phản ứng sinh học (bioreactor)

Giảng viên: TS. Lê Tuấn
Bộ môn: Công nghệ Sinh Học

Nội dung chính

- Khái niệm chung về vận chuyển
- Các định luật chuyển khối
- Quá trình vận chuyển Oxy
- Quá trình khuấy trộn
- Bài tập

1. Khái niệm & các định luật

Thế nào là vận chuyển (Transfer) ?

Đối tượng vận chuyển là gì ?

Vận chuyển trong quá trình công nghệ sinh học

	Operation Unit	Môi trường
Nhiệt	Gia nhiệt - làm mát Lạnh đông – rã đông Thanh trùng, tiệt trùng	Đa dạng
Chuyển động	Khuấy trộn Lắng Ly tâm	Lỏng Rắn – Lỏng Lỏng – Lỏng
Vật chất	Trích ly Khuếch tán	
Nhiệt & Vật chất	Bay hơi, chưng cất Sấy Phản ứng hóa, sinh học	Lỏng Rắn – Lỏng Đa dạng

1. Khái niệm & các định luật

Thế nào là vận chuyển (Transfer) ?

Đối tượng vận chuyển là gì ?

Vận chuyển trong thiết bị phản ứng sinh học

	Operation Unit	Môi trường
Nhiệt	Gia nhiệt - làm mát Lạnh đông – rã đông Thanh trùng, tiệt trùng	Đa dạng
Chuyển động	Khuấy trộn Lắng Ly tâm	Lỏng Rắn – Lỏng Lỏng – Lỏng
Vật chất	Trích ly Khuếch tán (Oxy, chất tan)	
Nhiệt & Vật chất	Bay hơi, chưng cất Sấy Phản ứng hóa, sinh học	Lỏng Rắn – Lỏng Đa dạng

1. Khái niệm & các định luật

- Định luật Newton cho chất lưu (truyền chuyển động)

μ : độ nhớt động học

$$\tau = -\mu \frac{\partial u}{\partial y} \quad [N \ m^{-2}]$$

- Định luật khuếch tán Fick (chuyển vận chất)

D_{ab} : hệ số khuếch tán phân tử

$$j_a = -D_{ab} \cdot \frac{dC_a}{dx} \quad [mol \ m^{-2} \ s^{-1}]$$

- Định luật Fourier (truyền nhiệt)

α : hệ số truyền nhiệt

$$q = -\alpha \cdot \frac{d(T\rho c_p)}{dx} \quad [W \ m^{-2}]$$

$$[v] = [D_{ab}] = [\alpha] = [L]^2 \cdot [T]^{-1} = m^2 \cdot s^{-1} \ (S.I)$$

1. Khái niệm & các định luật

- Định luật Newton cho chất lưu (truyền chuyển động)

ν : độ nhớt động học (khuếch tán chuyển động)

$$\tau = -\mu \frac{\partial u}{\partial y} \quad [N \ m^{-2}]$$

→ Quy tắc chung của quá trình vận chuyển

Dòng vận chuyển = Hệ số vận chuyển * Lực phát động

$$j_a = -D_{ab} \cdot \frac{dC_a}{dx} \quad [mol \ m^{-2} \ s^{-1}]$$

- Định luật Fourier (truyền nhiệt)

α : hệ **Transfer flux = Transfer coefficient * Driving force**

$$q = -\alpha \cdot \frac{d(T\rho c_p)}{dx} \quad [W \ m^{-2}]$$

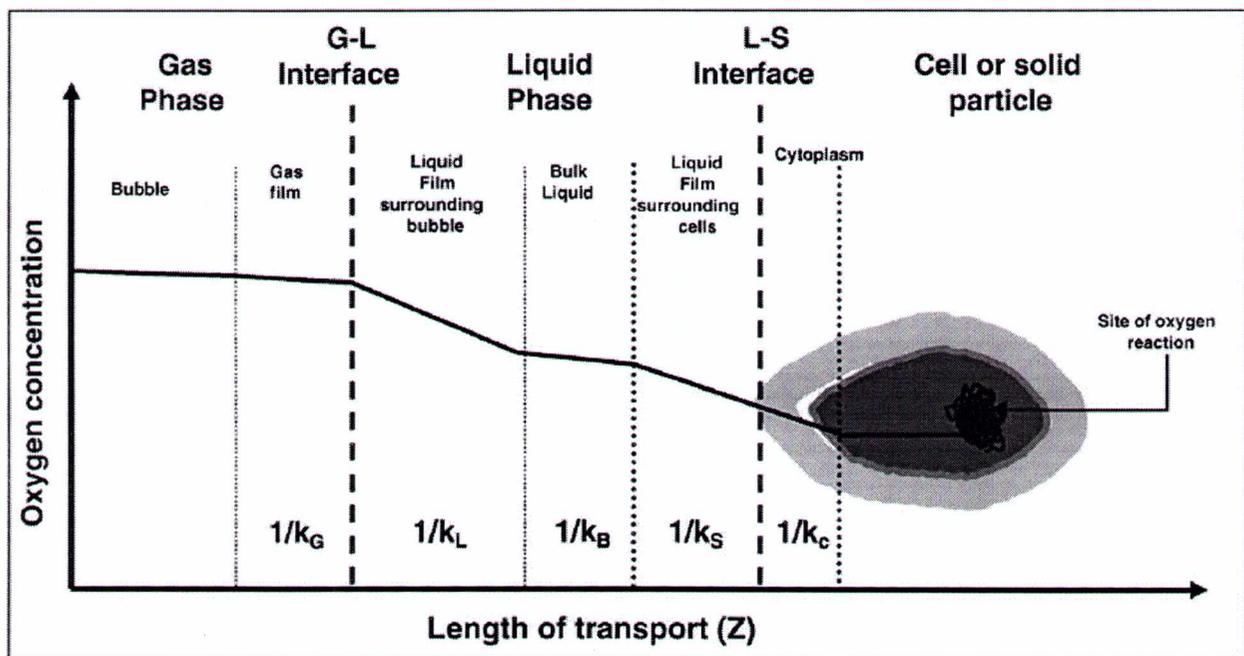
$$[v] = [D_{ab}] = [\alpha] = [L]^2 \cdot [T]^{-1} = m^2 \cdot s^{-1} \ (S.I)$$

2. Quá trình vận chuyển Oxy

Vai trò của Oxy

- Cơ chất quan trọng trong quá trình sinh học hiếu khí
 - sinh trưởng
 - trao đổi chất
- Hòa tan kém trong môi trường lỏng
 - cần cung cấp liên tục
 - tiêu chí cho quá trình cấp khí ?
- Quá trình vận chuyển Oxy đã được nghiên cứu từ nhiều năm trở lại đây → định luật Fick, lý thuyết của Whitman

2. Quá trình vận chuyển Oxy



Mô phỏng quá trình chuyển oxy từ các bọt khí đến nội tế bào

2. Quá trình vận chuyển Oxy

2.2 Phương trình biểu diễn (áp dụng định luật Fick)

$$j_a = -D_{ab} \cdot \frac{dC_a}{dx}$$

$$J^0 = k_G \cdot (p_G - p_i) = k_L \cdot (C_i - C_L)$$

J^0 : dòng oxy vận chuyển ($\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
 k_G và k_L : hệ số chuyển khối trong pha khí, lỏng
 p_G, p_i : áp suất riêng phần của khí
 C_L, C_i : nồng độ oxy trong pha lỏng và tại bề mặt

Xét tại **TRANG THÁI CÂN BẰNG**

$$J^0 = K_G (p_G - p^*) = K_L (C^* - C_L)$$

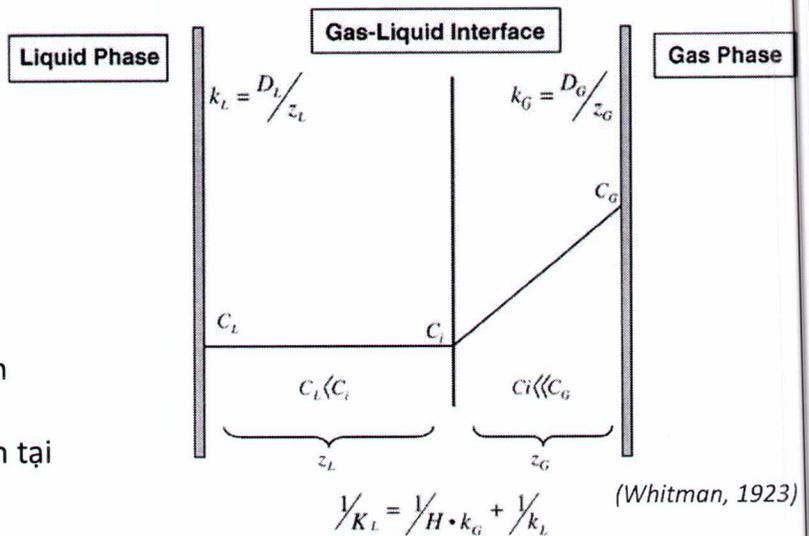
Áp dụng định luật Henry ($p^* = H \cdot C^*$)

$$\frac{1}{K_L} = \frac{1}{H k_G} + \frac{1}{k_L}$$

Oxy rất ít tan trong nước $\rightarrow H$ rất lớn

$\rightarrow K_L$ coi như $= k_L$

Sự cản trở quá trình chuyển Oxy nằm tại pha lỏng



2. Quá trình vận chuyển Oxy

2.2 Phương trình biểu diễn (áp dụng định luật Fick)

$$j_a = -D_{ab} \cdot \frac{dC_a}{dx}$$

$$J^0 = k_G \cdot (p_G - p_i) = k_L \cdot (C_i - C_L)$$

J^0 : dòng oxy vận chuyển ($\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
 k_G và k_L : hệ số chuyển khối trong pha khí, lỏng
 p_G, p_i : áp suất riêng phần của khí
 C_L, C_i : nồng độ oxy trong pha lỏng và tại bề mặt

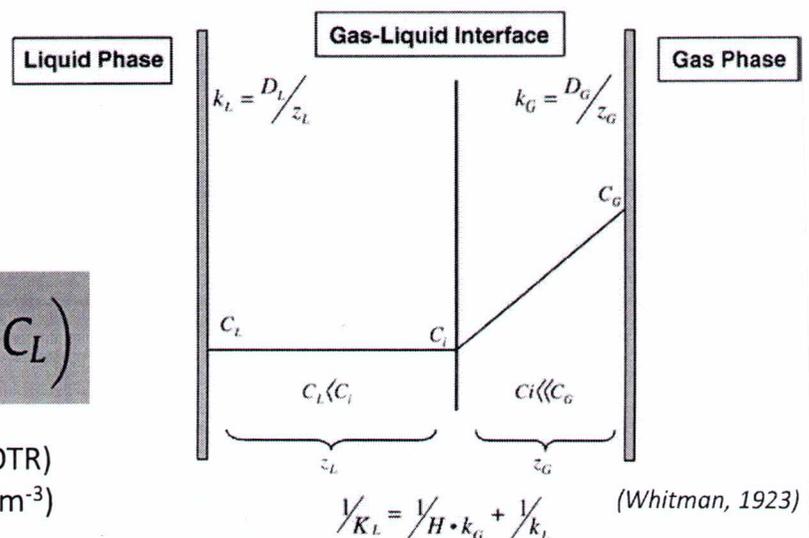
Xét tại **TRANG THÁI CÂN BẰNG**

$$J^0 = K_G (p_G - p^*) = K_L (C^* - C_L)$$



$$N_{O_2} = a \cdot J^0 = k_L a \cdot (C^* - C_L)$$

N_{O_2} : lượng Oxy vận chuyển /1Vol(= OTR)
 a : diện tích bề mặt pha lỏng-khí ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$)



2. Quá trình vận chuyển Oxy

Phân tích thứ nguyên

$$N_{O_2} = a \cdot J^0 = k_L a \cdot (C^* - C_L)$$

$$= \frac{m}{h} \times \frac{m^2}{m^3} \times \frac{mol}{L} = \frac{mol}{L \cdot h} = OTR$$

K_L ($m \cdot h^{-1}$): Hệ số chuyển khối (*Transfer coefficient*)

a : diện tích bề mặt lỏng-khí ($m^2 \cdot m^{-3}$) (*Interfacial area*)

$K_L a$ (h^{-1}): Hệ số chuyển oxy theo thể tích (*Volumetric oxygen transfer coefficient*)

$C^* - C_L$ ($mol \cdot L^{-1}$): chênh lệch nồng độ oxy \rightarrow động lực của quá trình chuyển khối (*driving force*)

\rightarrow Quy tắc chung của các quá trình vận chuyển

Transfer rate = Transfer coefficient * Interfacial area * Driving force

2. Quá trình vận chuyển Oxy

2.3 Các yếu tố ảnh hưởng

$$OTR = k_L a * (C^* - C_L) = f(k_L a, C)$$

C phụ thuộc:

- $t^\circ \uparrow$ thì $C \downarrow$ ((ví dụ đun nước sôi)
- $P \uparrow$ thì $C \uparrow$ (ví dụ mở chai bia)
- Chất tan khác \uparrow thì $C \downarrow$
- Nồng độ O_2 trong khí cấp vào \uparrow thì $C \uparrow$

2. Quá trình vận chuyển Oxy

2.3 Các yếu tố ảnh hưởng

$$OTR = k_L a * (C^* - C_L) = f(k_L a, C)$$

$k_L a$ phụ thuộc

- Thông số vận hành
 - RPM → phá vỡ bọt khí, ảnh hưởng a
 - Tốc độ sục khí → ảnh hưởng a
 - t° và P
- Thông số hình học thiết bị:
 - H/D → thời gian lưu của bọt khí
 - Tấm chắn, cánh khuấy → chế độ chảy của chất lỏng
 - Ống phân phối khí → kích thước bọt khí

2. Quá trình vận chuyển Oxy

2.3 Các yếu tố ảnh hưởng

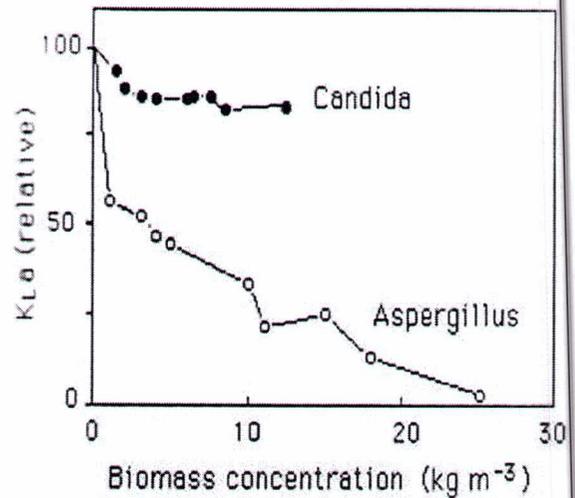
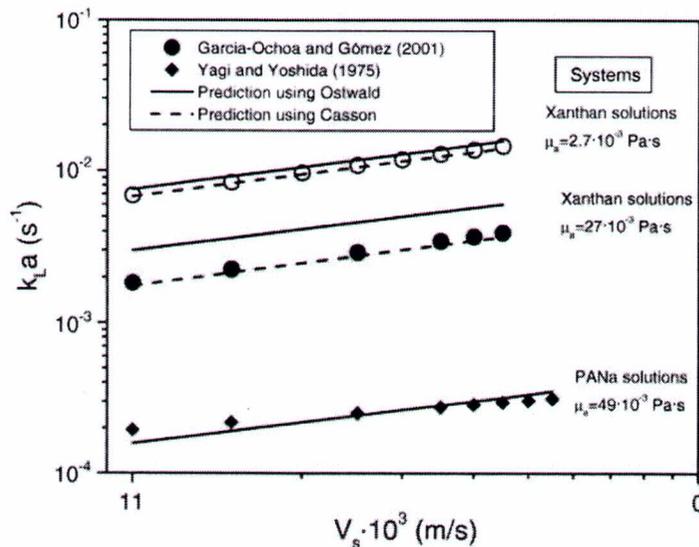
$$OTR = k_L a * (C^* - C_L) = f(k_L a, C)$$

$k_L a$ phụ thuộc

- Đặc tính pha lỏng
 - Độ nhớt μ → giảm k_L , bọt khí lớn
 - Hình thái, kích thước VSV → μ
 - Chất phá bọt, tạo bọt
 - Chế độ chảy: chảy tầng, chảy quá độ, chảy rối

2. Quá trình vận chuyển Oxy

2.3 Ví dụ về ảnh hưởng của các yếu tố đến $k_L a$ từ các nghiên cứu đã công bố



3. Quan hệ OTR \Leftrightarrow OUR

$$OTR = k_L a * (C^* - C_L)$$

$$OUR = X * q_{O_2}$$

X : nồng độ sinh khối (g/L)

q_{O_2} : tốc độ tiêu thụ Oxy (mol/g sinh khối*h)

Khi thừa dinh dưỡng \rightarrow Oxy là yếu tố kìm hãm sinh trưởng

$$OUR = OTR$$

$$X * q_{O_2} = k_L a * (C^* - C_L)$$

$$X * \frac{\mu_g}{Y_{X/O_2}} = k_L a * (C^* - C_L)$$

$$\frac{dX}{dt} = Y_{X/O_2} * k_L a * (C^* - C_L)$$

3. Quan hệ OTR \leftrightarrow OUR

$$OTR = k_L a * (C^* - C_L)$$

$$OUR = X * q_{O_2}$$

X : nồng độ sinh khối (g/L)

q_{O_2} : tốc độ tiêu thụ Oxy (mol/g sinh khối*h)

Khi thiếu dinh dưỡng \rightarrow OTR > OUR

$$\frac{dC}{dt} = OTR - OUR \quad (= \text{tốc độ tích lũy Oxy trong pha lỏng})$$

$$\frac{dC}{dt} = k_L a * (C^* - C_L) - OUR$$

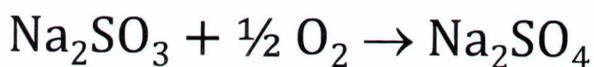
4. Xác định hệ số $k_L a$

4.1 Khi không có sự tiêu thụ (sinh học) oxy

$$OUR = 0 \rightarrow \frac{dC}{dt} = k_L a \cdot (C^* - C)$$

a. Phương pháp oxi hóa Sodium sulfite

Cooper et al., 1944



PƯ xúc tác bởi kim loại nặng (Cu^{++} , Co^{++})

Lấy mẫu theo thời gian, cho phản ứng với Iodine dư và

chuẩn độ với $Na_2S_2O_3 \rightarrow$ đồ thị $V_{Na_2SO_3} = f(t)$

$$C_L = 0 \rightarrow OTR = K_L a C^*$$

$$-\frac{dC_{Na_2SO_3}}{dt} = 2k_L a C^*$$

4. Xác định hệ số $k_L a$

4.1 Khi không có sự tiêu thụ (sinh học) oxy

$$\text{OUR} = 0 \rightarrow \frac{dC}{dt} = k_L a \cdot (C^* - C)$$

a. Phương pháp oxi hóa Sodium sulfite

Cooper et al., 1944

- Lý thuyết đơn giản
- Tiến hành cần nhiều thao tác, thời gian dài
- Độ chính xác không cao

4. Xác định hệ số $k_L a$

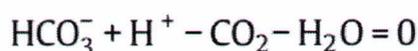
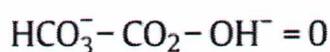
4.1 Khi không có sự tiêu thụ (sinh học) oxy

$$\text{OUR} = 0 \rightarrow \frac{dC}{dt} = k_L a \cdot (C^* - C)$$

b. Phương pháp hấp thụ CO_2

Danckwerts and Gillham (1966)

Hấp thụ CO_2 trong môi trường kiềm, $k_L a$ được tính toán qua đo đặc biến thiên nồng độ CO_2 trong dung dịch



$$-\frac{1}{2} \frac{dC_{\text{CO}_2}}{dt} = k_L a \cdot C^* \sqrt{k \cdot C_{\text{CO}_2}}$$

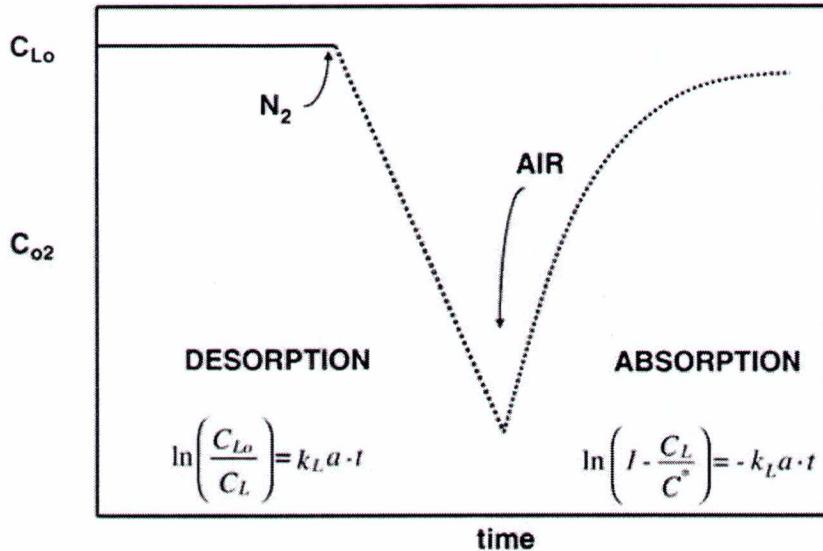
Tự đọc thêm

4. Xác định hệ số $k_L a$

4.1 Khi không có sự tiêu thụ (sinh học) oxy

$$\text{OUR} = 0 \rightarrow \frac{dC}{dt} = k_L a \cdot (C^* - C)$$

c. Phương pháp đuổi khí



- Dùng N_2 đuổi O_2 khỏi pha lỏng
- Thông khí và khuấy trộn
- Đo DO
- Tính OTR dựa vào đường biểu diễn $C = f(t)$

4. Xác định hệ số $k_L a$

4.1 Khi không có sự tiêu thụ (sinh học) oxy

$$\text{OUR} = 0 \rightarrow \frac{dC}{dt} = k_L a \cdot (C^* - C)$$

c. Phương pháp đuổi khí

$$dC_L/dt = k_L a (C^* - C_L)$$

$$\ln(C^* - C_L) = -k_L a \cdot t$$

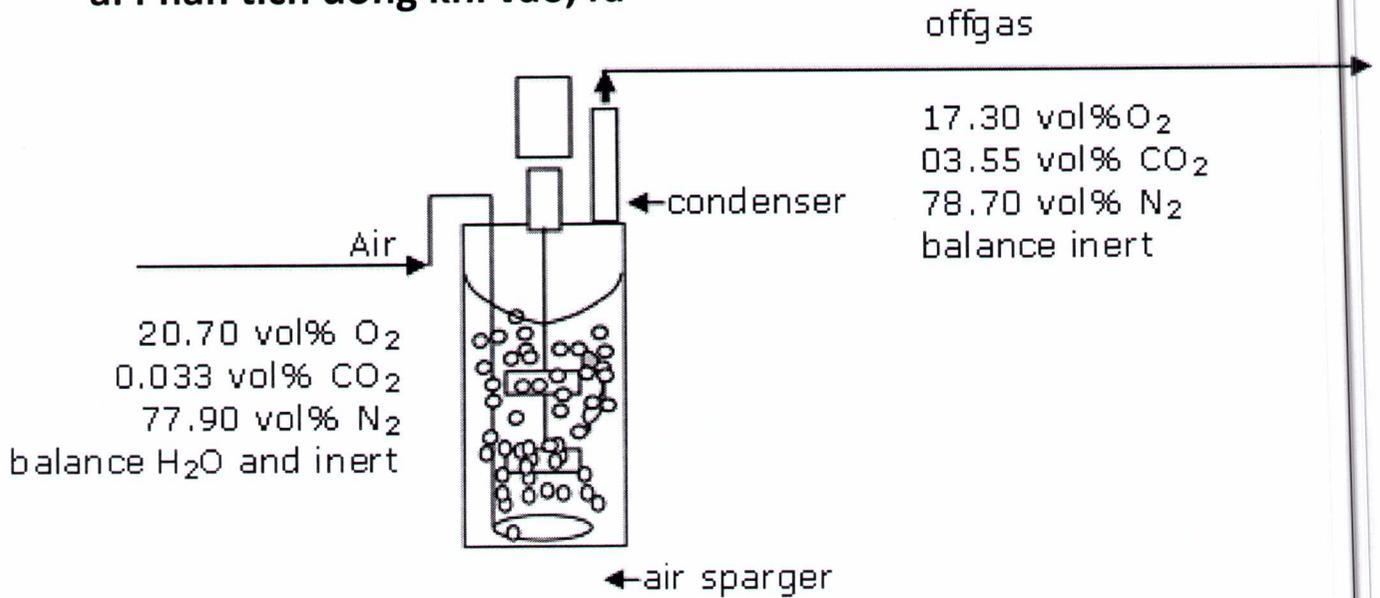
- PP xác định nhanh gọn
- Chính xác cao hơn
- Chỉ dùng cho thể tích nhỏ

4. Xác định hệ số $k_L a$

4.2 Khi có sự tiêu thụ (sinh học) oxy, đo trực tiếp

$$k_L a \cdot (C^* - C_L) = \text{OUR}$$

a. Phân tích dòng khí vào, ra



4. Xác định hệ số $k_L a$

4.2 Khi có sự tiêu thụ (sinh học) oxy, đo trực tiếp

$$k_L a \cdot (C^* - C_L) = \text{OUR}$$

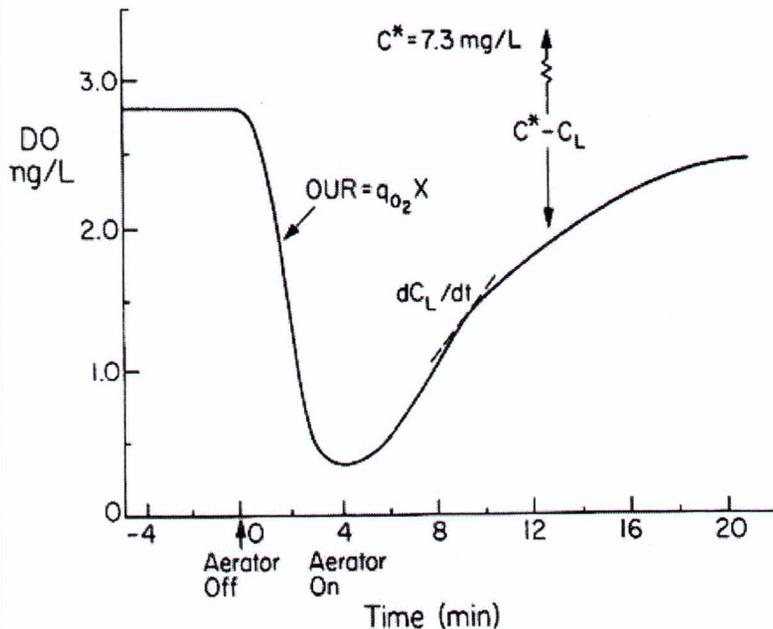
a. Phân tích dòng khí vào, ra

- Tính toán OUR dựa trên lượng O₂, CO₂ trong dòng khí vào và khí ra
- Độ chính xác cao
- Yêu cầu trang thiết bị

4. Xác định hệ số $k_L a$

4.2 Khi có sự tiêu thụ (sinh học) oxy, đo trực tiếp

b. Phương pháp cân bằng Oxy



- Dừng cấp khí → DO giảm
- Tại thời điểm ngừng cấp khí: $dC_L/dt = -OUR$
- Cấp khí lại, DO tăng

$$\frac{dC}{dt} = k_L a * (C^* - C_L) - OUR$$

4. Xác định hệ số $k_L a$

4.2 Khi có sự tiêu thụ (sinh học) oxy, đo trực tiếp

b. Phương pháp cân bằng Oxy

- Xác định trong điều kiện thực tế thùng lên men
- Xác định tại các giai đoạn khác nhau trong quá trình lên men
- Yêu cầu điện cực Oxy độ nhạy cao
- Khó tiến hành khi OUR cao
- Không dùng cho thiết bị cao trên 1m
- Không dùng cho chất lỏng có độ nhớt quá cao

5. Phương trình thực nghiệm $k_L a$

Xét trường hợp thiết bị phản ứng sinh học có cánh khuấy (stirred tank bioreactors)

Table 3

Dimensionless correlations for prediction of $k_L a$ in Newtonian fluids in stirred tanks

Authors	Dimensionless equation
Perez and Sandall (1974)	$\frac{k_L a T^2}{D_L} = 21.2 \cdot \left(\frac{\rho N T^2}{\mu_a}\right)^{1.11} \cdot \left(\frac{\mu_a}{\rho D_L}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{V_s T}{\sigma}\right)^{0.45} \cdot \left(\frac{\mu_c}{\mu_a}\right)^{0.69}$
Yagi and Yoshida (1975)	$\frac{k_L a T^2}{D_L} = 0.06 \cdot \left(\frac{\mu_a}{\rho D_L}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{T^2 N \rho}{\mu_a}\right)^{1.5} \cdot \left(\frac{\mu_a V_s}{\sigma}\right)^{0.6} \cdot \left(\frac{N^2 T}{g}\right)^{0.19} \cdot \left(\frac{N T}{V_s}\right)^{0.32}$
Nishikawa et al. (1981)	$\frac{k_L a D^2}{D_L} = 0.368 \cdot \left(\frac{\rho N T^2}{\mu}\right)^{1.38} \cdot \left(\frac{\mu}{\rho D_L}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{\mu V_s}{\sigma}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{N^2 T}{g}\right)^{0.367} \cdot \left(\frac{N T}{V_s}\right)^{0.167} \cdot \left(\frac{T}{D}\right)^{0.25} \cdot \left(\frac{P/V}{\rho N^3 T^5}\right)^{0.75}$
Costa et al. (1982)	$\frac{k_L a T^2}{D_L} = 8.38 \cdot \left(\frac{\rho N^{2-n} T^2}{k}\right)^{2/3} \cdot \left(\frac{k}{\rho N^{1-n} D_L}\right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\rho N^2 T^3}{\sigma}\right)^{0.43} \cdot \left[1 + 1.5 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{\rho N^2 T^3}{\sigma}\right)\right] \cdot \left(\frac{N T}{V_s}\right)^{-0.4} \cdot \left(\frac{T}{D}\right)$
Albal et al. (1983)	$\frac{k_L a T^2}{D_L} = 1.41 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{\mu_a}{\rho D_L}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{T^2 N \rho}{\mu_a}\right)^{0.67} \cdot \left(\frac{\rho N^2 T^3}{\sigma}\right)^{1.29}$
Schlüter and Deckwer (1992)	$k_L a \left(\frac{v}{g^2}\right)^{1/3} = C \cdot \left[\frac{P/V}{\rho(vg^4)^{1/3}}\right]^{0.62} \cdot \left[\frac{Q}{V} \cdot \left(\frac{v}{g^2}\right)^{1/3}\right]^{0.23}$

5. Phương trình thực nghiệm $k_L a$

Xét trường hợp thiết bị phản ứng sinh học có cánh khuấy (stirred tank bioreactors)

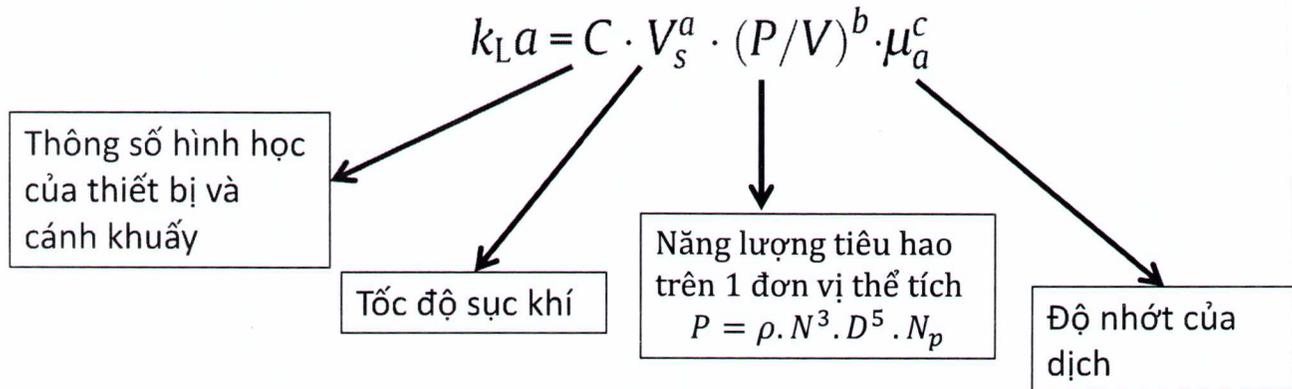
Table 4

Dimensionless correlations for prediction of $k_L a$ in non-Newtonian fluids in stirred tanks

Authors	Dimensionless Equation
Yagi and Yoshida (1975)	$\frac{k_L a T^2}{D_L} = 0.06 \cdot \left(\frac{\rho N T^2}{\mu_a}\right)^{1.5} \cdot \left(\frac{N^2 T}{g}\right)^{0.19} \cdot \left(\frac{\mu_a}{\rho D_L}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{N T}{V_s}\right)^{0.32} \cdot \left(\frac{\mu_a V_s}{\sigma}\right)^{0.6} \cdot [1 + 2(\lambda N)]^{-0.67}$
Nishikawa et al. (1981)	$\frac{k_L a D^2}{D_L} = 0.115 \cdot \left(\frac{T^2 N \rho}{\mu_a}\right)^{1.5} \cdot \left(\frac{\mu_a}{\rho D_L}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{\mu_a V_s}{\sigma}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{T N^2}{g}\right)^{0.37} \cdot \left(\frac{N T}{V_s}\right)^{0.17} \cdot \left(\frac{D}{T}\right)^2 \cdot \left(\frac{P_0}{N^3 T^5 \rho}\right)^{0.8} \cdot [1 + 2(\lambda N)]^{-0.67} + 0.112 \cdot \left(\frac{P/V}{N^3 T^5 \rho + P/V}\right) \cdot \left(\frac{V_s}{(gD)^{0.5}}\right) \cdot \left(\frac{k(CV_s)^{n-1}}{\rho D_L}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{g D^2 \rho}{\sigma}\right)^{0.66} \cdot \left(\frac{g D^3 \rho^2}{[k(CV_s)^{n-1}]^2}\right)^{0.42} \cdot [1 + 0.18(\lambda \frac{v_b}{a_b})]^{-1}$
Höcker et al. (1981)	$\frac{k_L a V}{Q} = 0.105 \cdot \left(\frac{P}{Q \rho^2 g \mu_a / \rho^{2/3}}\right)^{0.59} \cdot \left(\frac{\mu_a}{\rho D_L}\right)^{-0.3}$
García-Ochoa and Gomez (1998)	$\frac{k_L a T^2}{D_L} = 6.86 \cdot \left(\frac{\rho N^{2-n} T^2}{k k^{n-1}}\right)^{2/3} \cdot \left(\frac{N T}{V_s}\right)^{-2/3} \cdot \left(\frac{\rho N^2 T^3}{\sigma}\right)^1$ $\frac{k_L a T^2}{D_L} = 0.022 \cdot \left(\frac{\rho N T^2}{\mu_c}\right)^1 \cdot \left(\frac{N T}{V_s}\right)^{-2/3} \cdot \left(\frac{\rho N^2 T^3}{\sigma}\right)^1$

5. Phương trình thực nghiệm $k_L a$

Xét trường hợp thiết bị phản ứng sinh học có cánh khuấy (stirred tank bioreactors)



Các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy

$$0.3 \leq a \leq 0.7; 0.4 \leq b \leq 1; -0.4 \leq c \leq -0.7.$$

6. Bài tập

Chủng *Azotobacter* được nuôi trong thùng lên men 15 m^3 để sản xuất Alginate. Cho biết $K_L a = 0.18 \text{ s}^{-1}$; Nồng độ oxy bão hòa trong dịch lên men $= 8 \cdot 10^{-3} \text{ g L}^{-1}$. $q_{O_2} = 12.5 \text{ mmol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

1. Tính nồng độ sinh khối max trong thùng lên men.
2. Cho đồng sunfat vào dịch lên men làm giảm q_{O_2} xuống $3 \text{ mmol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Tính sinh khối max trong trường hợp này

6. Bài tập

Thí nghiệm được thực hiện tại pha sinh trưởng log VSV: quá trình cấp oxi bị dừng lại và nồng độ DOT giảm đến 43.5%. Khi đó quá trình thông khí lại tiếp tục và quá trình tăng DOT được ghi lại theo thời gian. Dựa trên số liệu bảng hãy tính $K_L a$ của thùng lên men

Thời gian (s)	% Bão hòa
10	43.5
20	53.5
30	60
40	67.5
50	70.5
60	72
70	73
100	73.5
130	73.5

Hà Nội, ngày 30 tháng 03 năm 2015

NHẬN XÉT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN TẬP SỰ

I/ Thông tin cán bộ hướng dẫn tập sự:

Họ và tên: Hoàng Đình Hòa
Học hàm/Học vị: Giáo sư, tiến sĩ
Bộ môn/Trung tâm: Công nghệ sinh học

II/ Thông tin giảng viên tập sự:

Họ và tên: Nguyễn Trường Giang
Học hàm/Học vị: Tiến sĩ

III/ Nhận xét: (Công việc được phân công, mức độ hoàn thành, hạn chế khắc phục)

1. Công tác chuyên môn:

- + Có ý thức tốt, động cơ tốt về ý thức nâng cao trình độ chuyên môn.
- + Đã nắm vững nội dung 2 học phần được phân công sẽ giảng dạy: Tối ưu hóa quá trình và tổ chức sản xuất (BF5011), Cơ sở lập dự án và thiết kế nhà máy (BF5020).
- + Đã trực tiếp giảng dạy học phần Sinh thái học môi trường (BF3114). Khả năng đứng lớp tốt.

2. Công tác nghiên cứu khoa học:

Chưa trực tiếp tham gia nghiên cứu khoa học, nhưng đã:

- + Tìm hiểu tình hình nghiên cứu khoa học của trường, viện.
- + Nắm bắt được các hướng nghiên cứu và thực trạng nghiên cứu về công nghệ sinh học trong cả nước.
- + Đã xây dựng được hướng nghiên cứu trong tương lai gần về công nghệ sinh học.

3. Các công tác khác:

- + Công tác đoàn thể chấp hành tốt.
- + Công tác hành chính ở đơn vị thực hiện tốt.
- + Ý thức phấn đấu vươn lên rõ ràng, đúng đắn.

IV/ Kết luận (ý kiến đề nghị được xét/ không xét hết tập sự):

Kính đề nghị nhà trường xét hết tập sự cho TS. Nguyễn Trường Giang.

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN TẬP SỰ



GS. Hoàng Đình Hòa

LÃNH ĐẠO BỘ MÔN



PGS. Lê Thanh Hà

LÃNH ĐẠO KHOA/VIỆN



VIỆN TRƯỞNG
VIỆN CN SINH HỌC - CN THỰC PHẨM
PGS.TS. *Quין Lê Hải*