

EGYÉB HATÁSOK AZ ENZIMAKTIVITÁSRA

- Ionerősség
- pH
- **HŐMÉRSÉKLET**
- Nyírás
- Nyomás (hidrosztatikai)
- Felületi feszültség
- Kémiai szerek (alkohol, urea, H_2O_2 ...)
- Fény, hang, ionizáló sugárzások

Reverzibilis

változások

Irreverzibilis



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

1

Reaktív oldalláncok

A fehérjék aktivitás-változását az aminosav oldalláncok változásai idézik elő.

Savas: $-COOH$: Asp, Glu Bázikus: $-NH_2$: Lys, Arg

Láncvégi szabad $-COOH$ és $-NH_2$

savamid: $-CO-NH_2$: Asn, Gln

Poláris: $-OH$: Ser, Thr $-SH$: Cys, $-S-CH_3$: Met

Imidazol: His Guanidin: Arg

H-hidak: $C=O \dots\dots H-O-$ $C=O \dots\dots H-NH-$



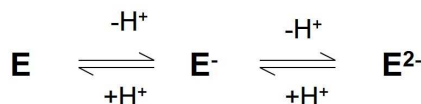
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

2

A pH hatása

Fehérjék: + és - töltésű oldalláncok ← a töltés a disszociáción keresztül függ a **pH-tól** → változik az aktív centrum

Áttöltődés:



Egyensúlyok:

$$E \rightleftharpoons E^- + H^+ \quad K_1 = \frac{H^+ \cdot E^-}{E} \quad E^- = \frac{K_1 \cdot E}{H^+}$$

$$E^- \rightleftharpoons E^{2-} + H^+ \quad K_2 = \frac{H^+ \cdot E^{2-}}{E^-} \quad E^{2-} = \frac{K_2 \cdot E^-}{H^+}$$

Csak az E^- aktív!

Aktív enzimhányad:

$$Y^- = \frac{E^-}{E_0}$$

$$v_{\max} = k_2 E^- = k_2 E_0 Y^-$$



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

A pH hatása

$$E_0 = E + E^- + E^{2-}$$

$$Y = \frac{E^-}{E_0} = \frac{E^-}{E + E^- + E^{2-}}$$

$$Y = \frac{\frac{K_1 \cdot E}{H^+}}{E + \frac{K_1 \cdot E}{H^+} + \frac{K_2 \cdot E^-}{H^+}}$$

$$Y = \frac{\frac{K_1 \cdot E}{H^+}}{E + \frac{K_1 \cdot E}{H^+} + \frac{K_2 \cdot K_1 \cdot E}{H^+}}$$

Michaelis-féle pH függvény:

$$Y = \frac{\frac{K_1}{H^+}}{1 + \frac{K_1}{H^+} + \frac{K_2 \cdot K_1}{H^+}}$$

$$Y = \frac{K_1}{H^+ + K_1 + \frac{K_1 K_2}{H^+}}$$

$$Y = \frac{1}{\frac{H^+}{K_1} + 1 + \frac{K_2}{H^+}}$$

$$Y^- = \frac{1}{1 + H^+/K_1 + K_2/H^+}$$



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

A pH hatása

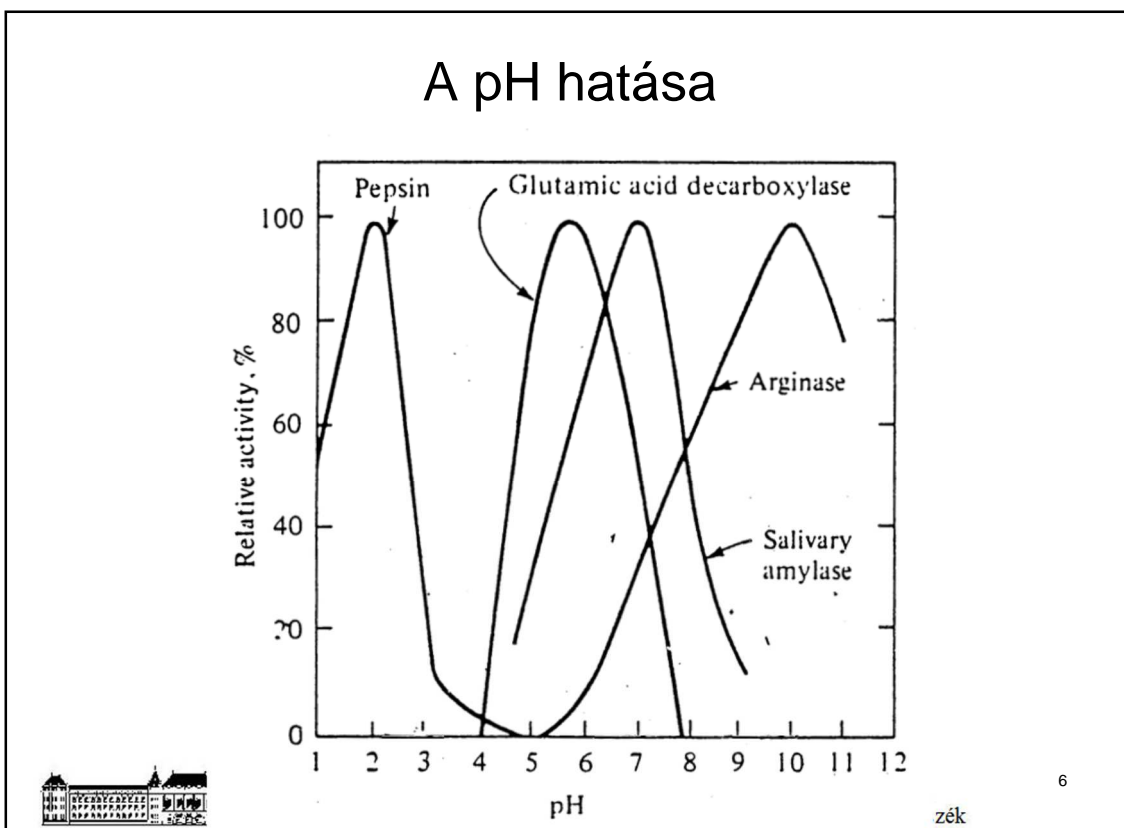
$$Y^- = \frac{1}{1 + H^+ / K_1 + K_2 / H^+}$$

$$H^+_{\text{optimum}} = \sqrt{K_1 K_2}$$

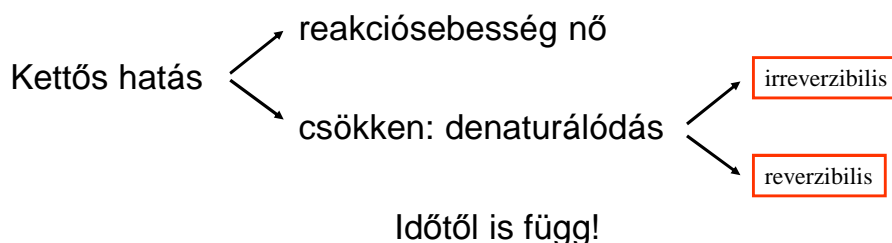
$$(pH)_{\text{optimum}} = \frac{1}{2} (pK_1 + pK_2)$$

$$V_{\text{max}} = k_2 E_0 Y^- = k_2 E_0 \frac{1}{1 + H^+ / K_1 + K_2 / H^+}$$

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék



Hőmérséklet hatása



$$\frac{dE_a}{dt} = -kE_a \longrightarrow E_a(t) = E_{a0} e^{-kt}$$



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Hőmérséklet hatása

$E_a \xrightleftharpoons{K_d} E_i$
 $\frac{E_i}{E_a} = K_d = \exp\left(\frac{-\Delta G_d}{RT}\right) = \exp\left(\frac{-\Delta H_d}{RT}\right) \exp\left(\frac{\Delta S_d}{R}\right)$

$E_0 = E_a + E_i \rightarrow E_a = \frac{E_0}{1 + K_d}$

$S_d = \sim 900 \text{ KJ/mol.K}$
 $H_d = 280-310 \text{ KJ/mol}$

Nagy: kis hőfokváltozásra érzékenyen reagál (egy H-híd: 12,5-29,3 kJ/mol)

Mivel:

$$V_{\max} = k_2(T) E_a = k_2(T) \frac{E_0}{1 + K_d} = \frac{\alpha T e^{-E/RT}}{1 + e^{\Delta S^*/R} \cdot e^{-\Delta H_d/RT}}$$

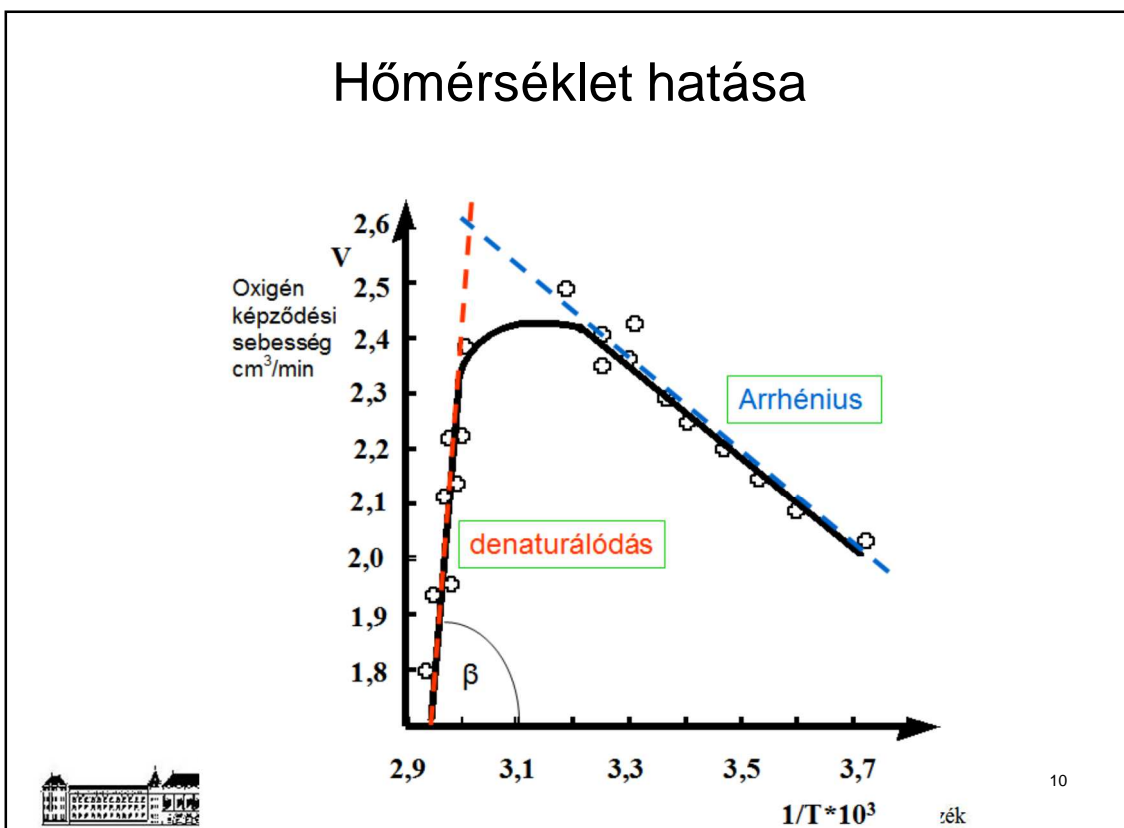
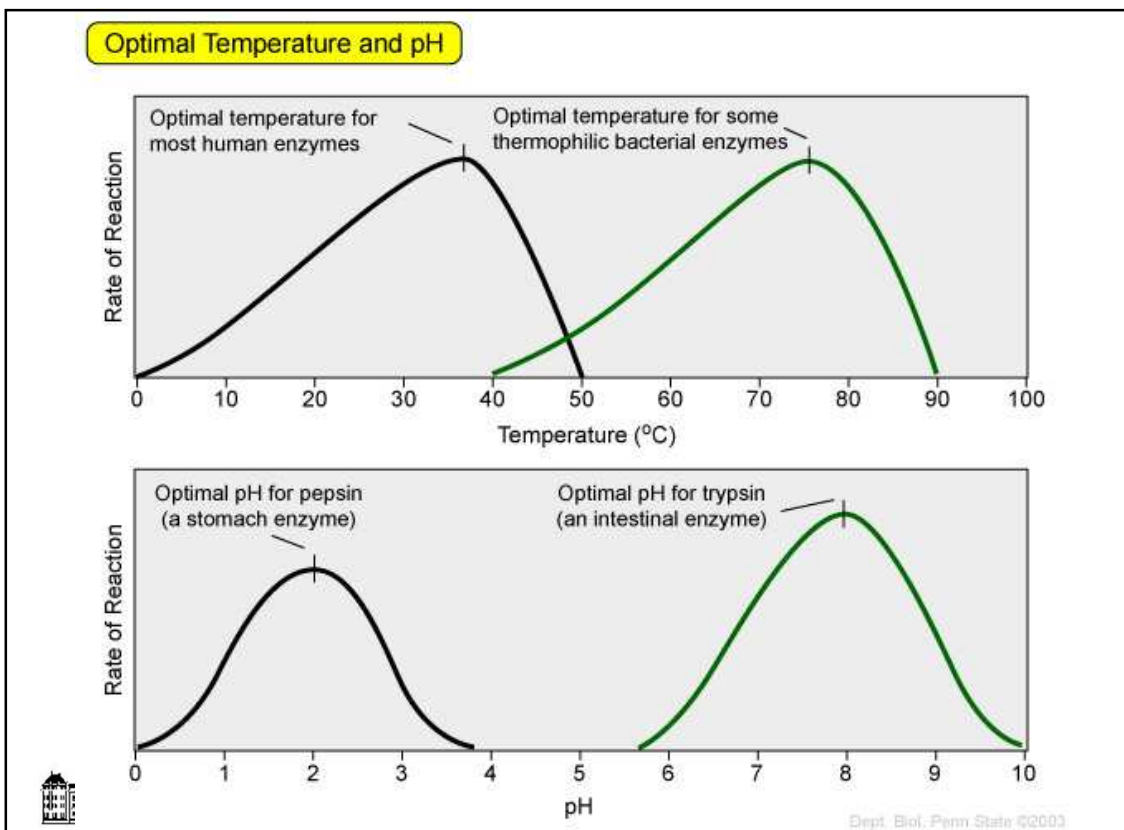
és $k_2(T) = \beta \left(\frac{k_B T}{h}\right) e^{\Delta S^*/R} \cdot e^{-E/RT}$

$\alpha = \text{kombináció } (\beta, k_B, h, E_0, \Delta S^*)$

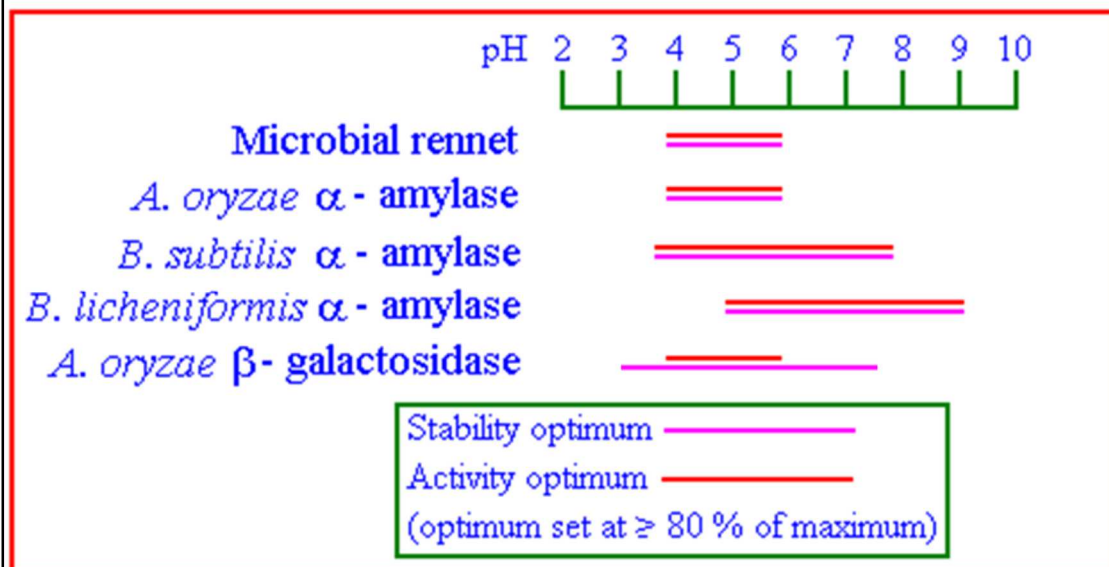
K_m is függ T-től!



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék



Az optimális pH kapcsolata a stabilitással



Az optimális hőmérséklet kapcsolata a stabilitással

