

# ENZİMLER

*Prof. Dr. Erdiñç DEVRİM*

# ENZİMLER

Biyokimyasal reaksiyonları (tepkimleri) katalizleyerek hızlandıran maddelere enzim denir.

- Tepkime boyunca ne üretilir ne de tüketilirler.



- Protein (*ribozimler hariç*) yapısındadırlar.

# ENZİMLER

- Tepkimeleri başlatmaz ama hızlandırırlar.
- Tepkimenin denge sabitini deęiřtirmezler.
- Reaksiyonun aktivasyon enerjisini düşürürler.

# ENZİMLER

- Oldukça spesifiktirler, bir veya birkaç substratla reaksiyona girer, sadece bir tip reaksiyonu katalizlerler.
- Enzim molekülü üzerinde bulunan aktif bölgede oluşan bağlarla enzim-substrat (ES) kompleksi oluşur.
- Ardından substrat ürüne dönüşürken enzim serbest kalır.

# ENZİMLER

- Enzimlerin çoğu hücre içinde belli organellerde yerleşmiştir.
- Bazı enzimler aktivite gösterebilmek için **kofaktör** denilen protein olmayan yapılara gerek duyarlar.
  - *İnorganik iyonlar*
  - *Koenzim*
    - *Prostetik grup*
    - *Kosubstrat*
- Enzim aktivitesi birimi *internasyonel ünitedir* (IU veya **U**): Bir dakikada 1 mikromol substratı ürüne çeviren enzim miktarıdır.

# İZOENZİM

- Katalizledikleri reaksiyon aynı; ancak elektroforetik göç hızları, doku dağılımları, ısıya, inhibitör ve aktivatörlere yanıtları ile amino asit dizilimleri farklılık gösteren enzim formları olan ***izoenzimler***, biyolojik aktif proteinlerdir.

## Örnekler:

- ✓ Laktat dehidrogenaz (LD): LD-1 – LD-5
- ✓ Kreatin kinaz (CK): CK-1 – CK-3

# ENZİMLER

- Enzim aktivitesi düzenlenebilir;
  - Enzim miktarının değiştirilmesiyle
  - Enzim dışındaki diğer reaktanların miktarlarının değiştirilmesiyle
  - Enzimin katalitik aktivitesinin değiştirilmesiyle
    - Allosterik modifikasyon (Aktif bölge dışındaki bir bölgeye [**allosterik bölge**] bağlanan moleküller aracılığıyla)
    - Kovalen modifikasyon (genellikle **serin**, **treonin** veya **tirozin** kalıntıları (rezidüleri) üzerinden **fosforilasyon/defosforilasyon** yoluyla)

# Enzimlerin Sınıflandırması

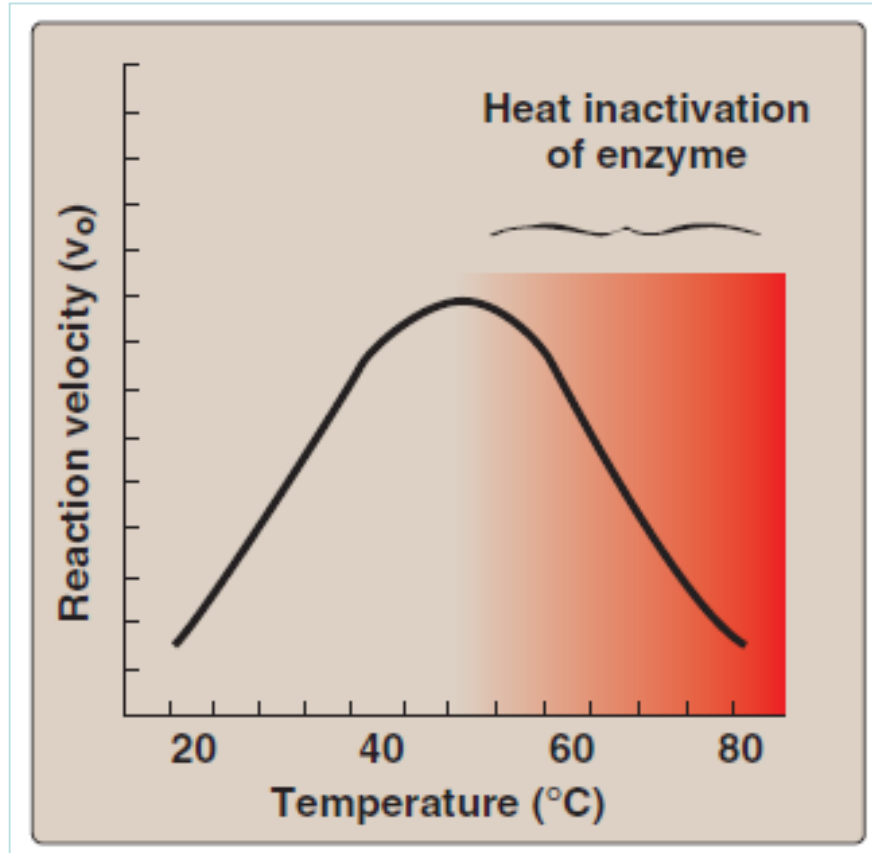
1. Oksidoredüktazlar (Laktat dehidrogenaz)
2. Transferazlar (Transaminazlar [AST, ALT])
3. Hidrolazlar (Lipaz, amilaz)
4. Liyazlar (Aldolaz)
5. İzomerazlar (İzomeraz, epimeraz)
6. Ligazlar (Pirüvat karboksilaz)



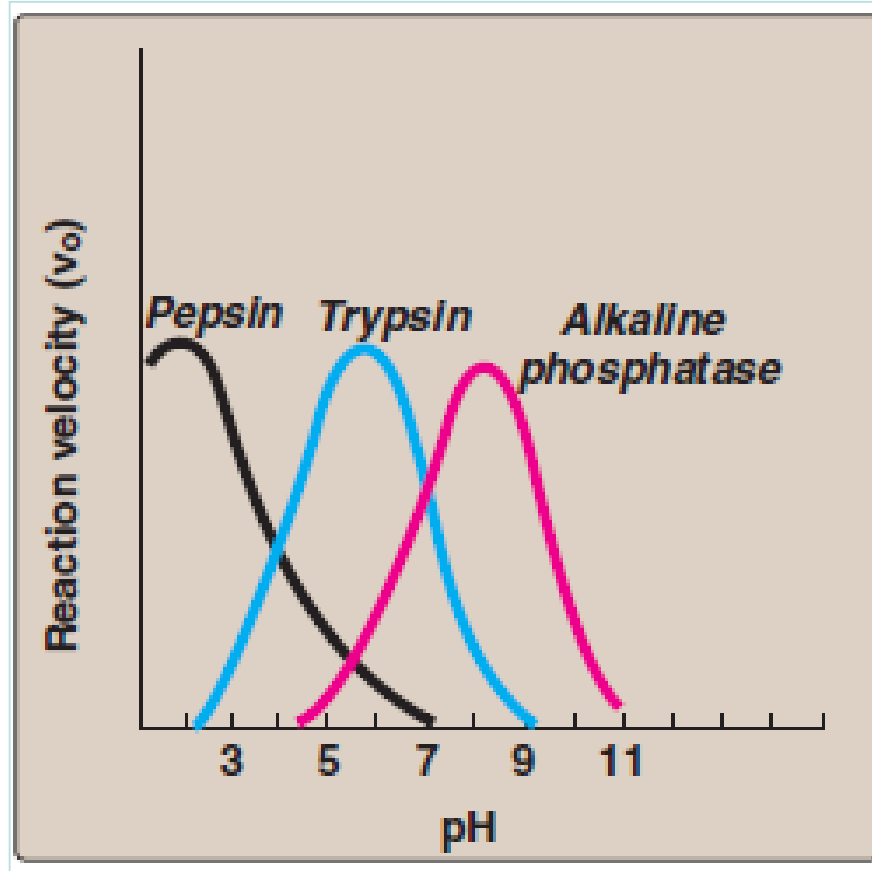
# Enzim Katalizli Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler

1. Substrat konsantrasyonu [S]
2. Sıcaklık
3. pH
4. Enzim konsantrasyonu [E]
5. Kofaktörler
6. İnhibitörler/Aktivatörler

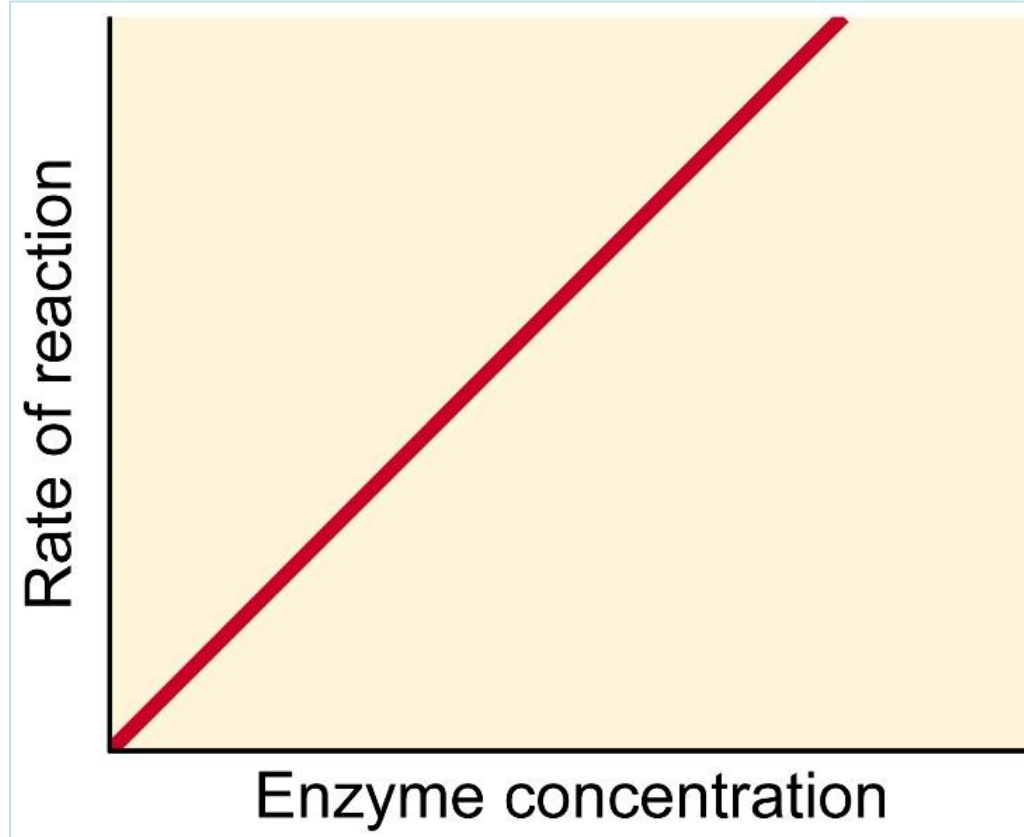
# Sıcaklık ve enzim katalizli reaksiyonun hızı



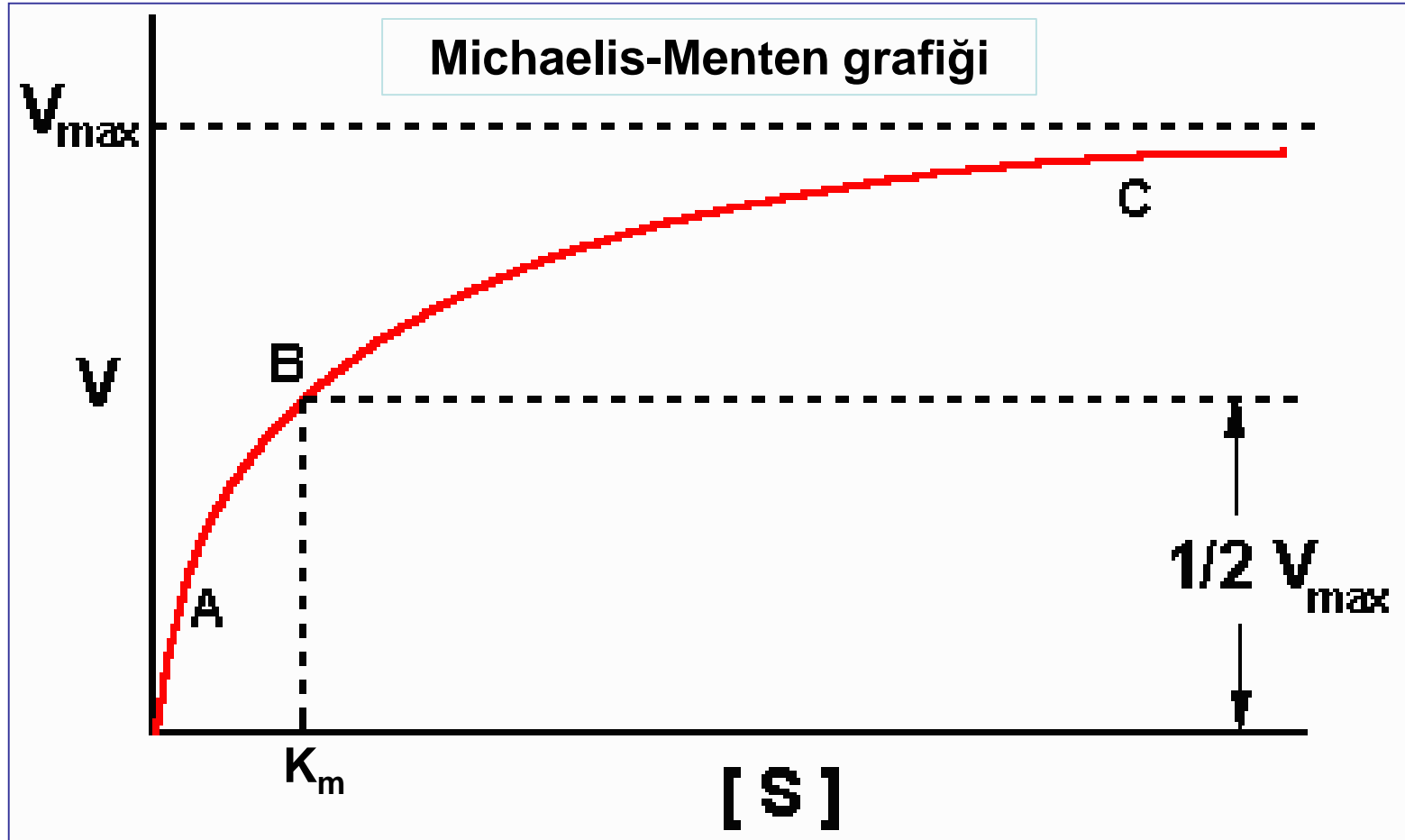
# pH ve enzim katalizli reaksiyonun hızı



# Enzim miktarı ve enzim katalizli reaksiyonun hızı

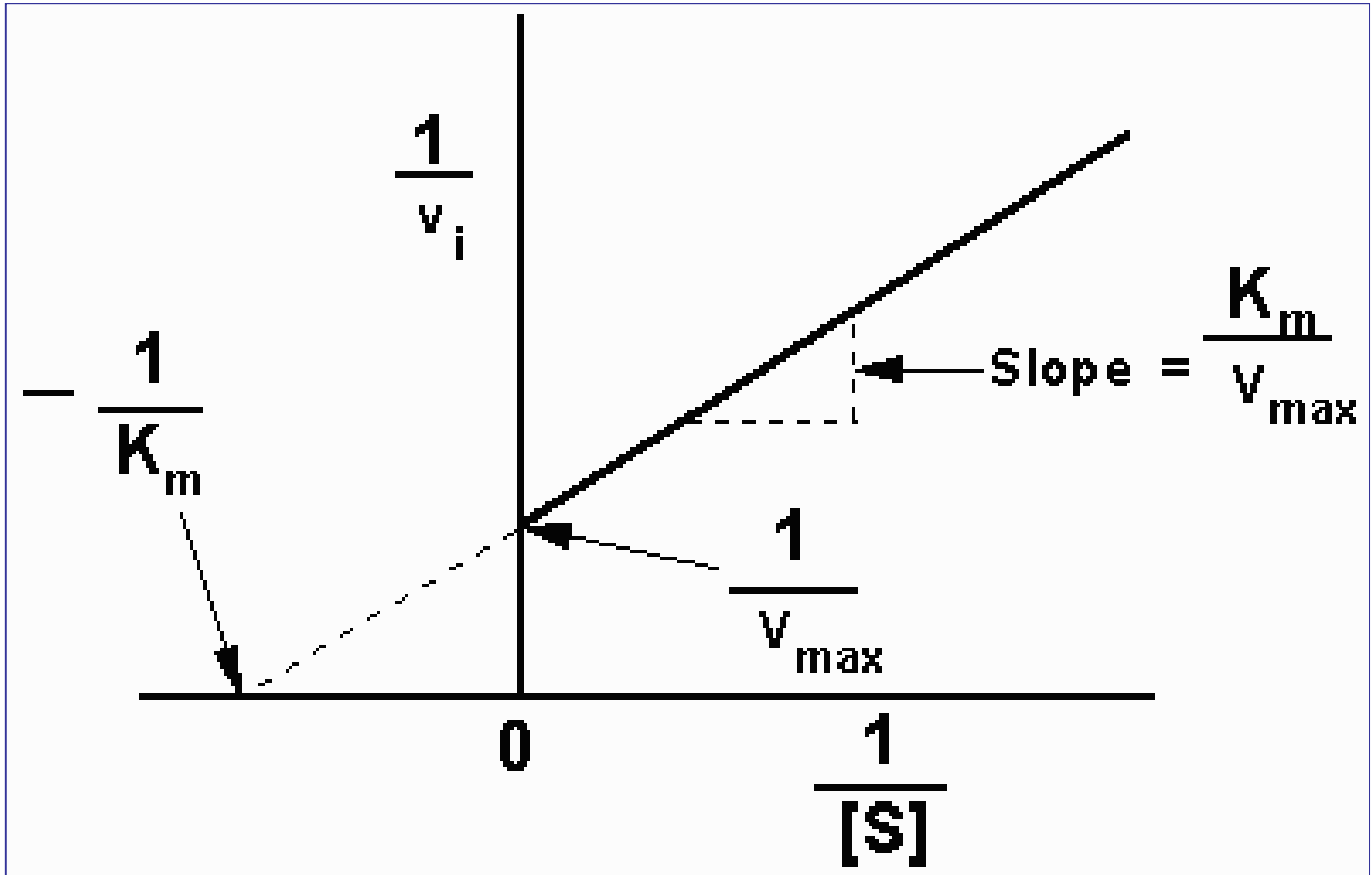


# Substrat konsantrasyonunun enzim katalizli reaksiyon hızına etkisi



$$V = V_{maks} [S] / (K_m + [S])$$

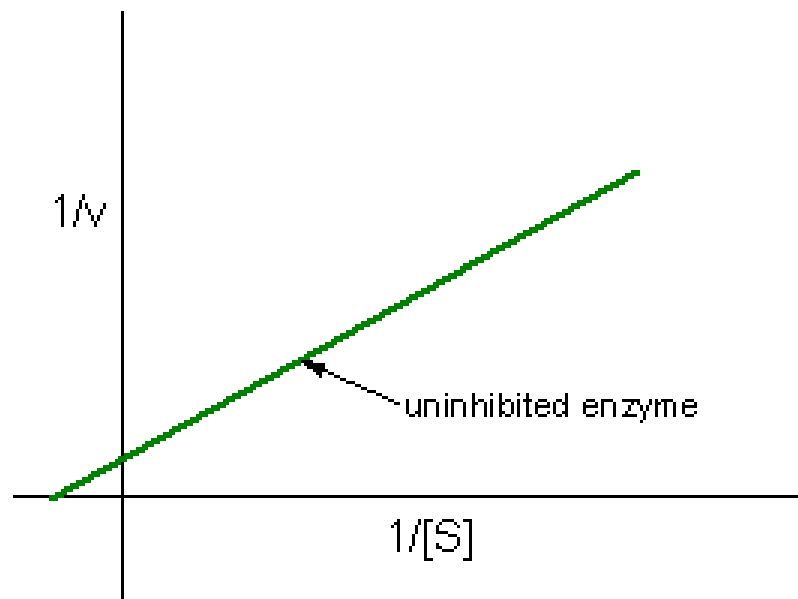
# Lineweaver-Burk grafiği



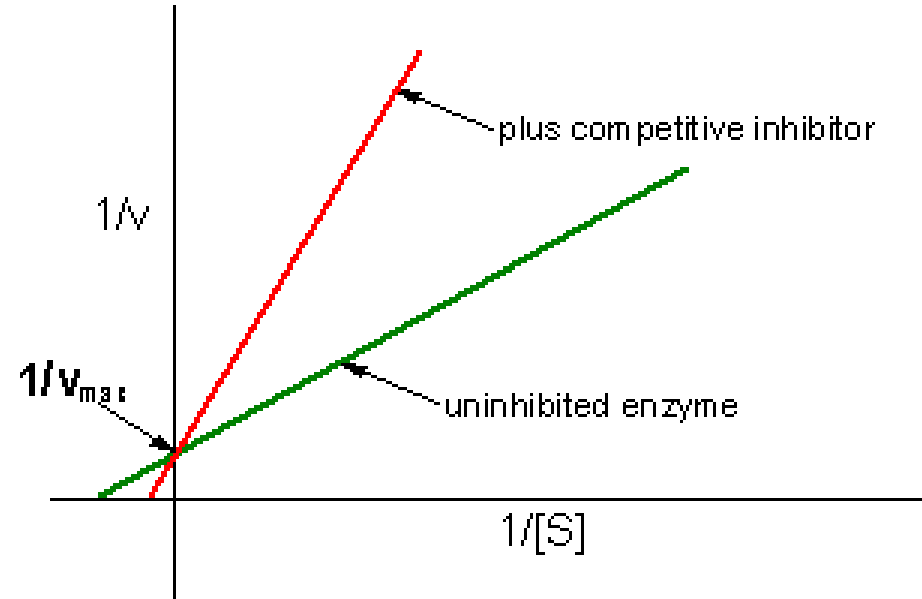
# Enzim Aktivitesinin İnhibisyonu

- Geri dönüşümsüz inhibisyon
- Geri dönüşümlü inhibisyon
  - Kompetitif ( $V_{maks}$  değişmez,  $K_m$  artar)
  - Nonkompetitif ( $V_{maks}$  azalır,  $K_m$  değişmez)
  - Ankompetitif ( $V_{maks}$  azalır,  $K_m$  azalır)

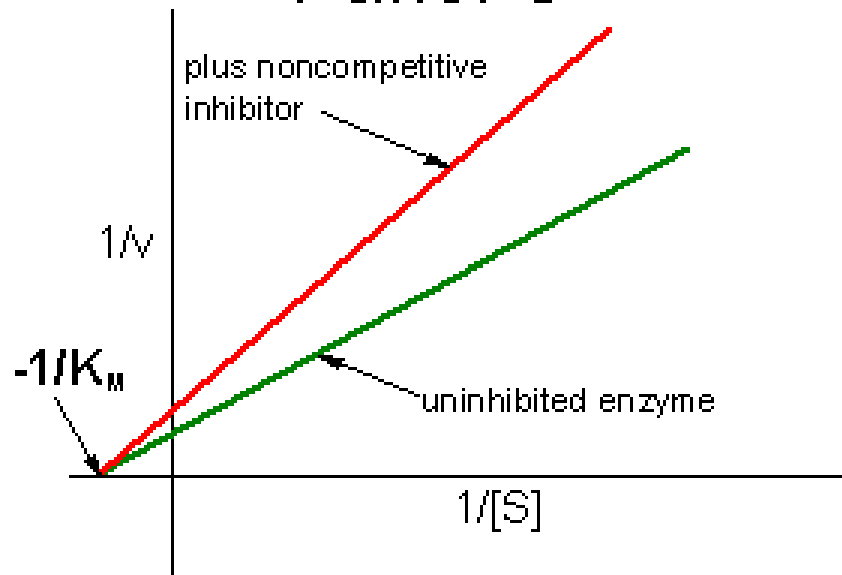
### Panel A



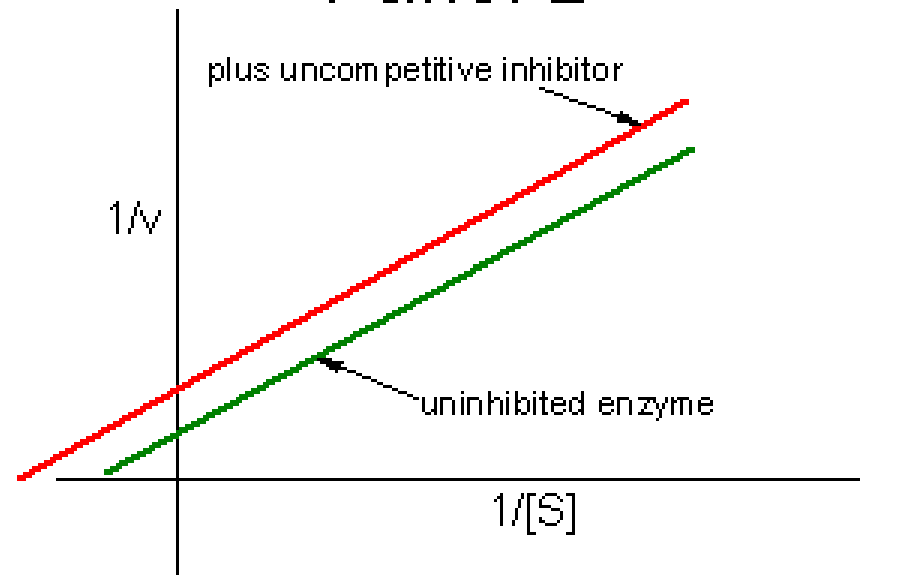
### Panel B



### Panel C



### Panel D





# KAYNAKLAR

- *Lippincott's Illustrated Reviews Biochemistry, 5th Edition. Harvey RA, Ferrier DR. Lippincott Williams & Wilkins, 2011; Chapter 5.*
- *Harper's Illustrated Biochemistry, 30th Edition. Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennely PJ, Weil PA. Lange, 2015; Chapter 7.*