

TRANSPORT OTOPLJENIH MOLEKULA KROZ MEMBRANE STANICE

transport malih molekula kroz plazminu membranu (1)

- lipidni dvosloj propušta

hidrofobne molekule

O₂, N₂, CH₄, C₆H₆,
alkani

male polarne molekule

H₂O, CO₂, urea, glicerol,
nedisocirane organske kiseline

- lipidni dvosloj je nepropustan za

ione

H⁺, OH⁻, Na⁺, K⁺, H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻,
disocirane organske kiseline i aminokiseline,
fosforilirani ugljikohidrati

veće polarne molekule

npr. oligosaharidi

transport malih molekula kroz plazminu membranu (2)

- lipidni dvosloj propušta

hidrofobne molekule

O₂, N₂, CH₄, C₆H₆,
alkani

male polarne molekule

H₂O, CO₂, urea, glicerol,
nedisocirane organske kiseline

- lipidni dvosloj je nepropustan za

ione

H⁺, OH⁻, Na⁺, K⁺, H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻,
disocirane organske kiseline i aminokiseline,
fosforilirani ugljikohidrati

veće polarne molekule

npr. oligosaharidi

transport malih molekula kroz plazminu membranu (3)

- lipidni dvosloj propušta

hidrofobne molekule

O₂, N₂, CH₄, C₆H₆,
alkani

male polarne molekule

H₂O, CO₂, urea, glicerol,
nedisocirane organske kiseline

- lipidni dvosloj je **nepropustan** za

ione

H⁺, OH⁻, Na⁺, K⁺, H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻,
disocirane organske kiseline i aminokiseline,

fosforilirani ugljikohidrati

veće polarne molekule

npr. oligosaharidi

transport malih molekula kroz plazminu membranu (4)

- lipidni dvosloj propušta

hidrofobne molekule

O_2 , N_2 , CH_4 , C_6H_6 ,
alkani

male polarne molekule

H_2O , CO_2 , urea, glicerol,
nedisocirane organske kiseline

- lipidni dvosloj je **nepropustan** za

ione

H^+ , OH^- , Na^+ , K^+ , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} ,
disocirane organske kiseline i aminokiseline,

fosforilirani ugljikohidrati

veće polarne molekule

npr. oligosaharidi

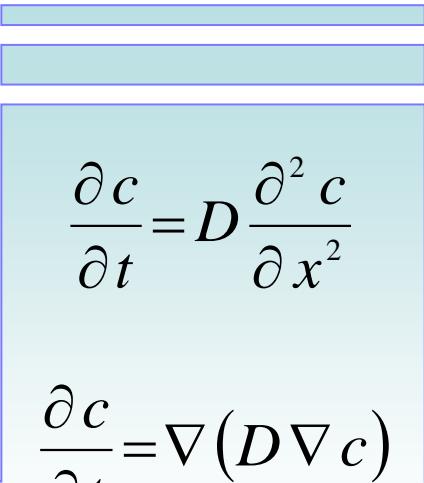
transport malih molekula kroz plazminu membranu (5)

- nepropusnost lipidnog dvosloja onemogućava izjednačenje koncentracije s unutrašnje i vanjske strane membrane
čime se omogućava nastajanje

gradijenta koncentracije }
gradijenta naboja } **ELEKTROKEMIJSKI GRADIJENT**
(električki gradijent)

transport malih molekula kroz plazminu membranu (6)

- transport propusnih molekula kroz lipidni dvosloj odvija se isključivo NIZ elektrokemijski gradijent po II Fickovom zakonu



The diagram shows a cross-section of a lipid bilayer membrane, represented by two horizontal layers of light blue rectangles. Below the membrane is a large, light blue downward-pointing arrow. Inside the arrow, there are two mathematical equations. The top equation is the one-dimensional Fick's second law, and the bottom equation is the three-dimensional form of Fick's second law.

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$$
$$\frac{\partial c}{\partial t} = \nabla (D \nabla c)$$

c - koncentracija otopljene tvari (mol m^{-3})
 t - vrijeme (s)
 D - koeficijent difuzije ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$)
 x - debljina membrane (put difuzije) (m)
 ∇ - nabla operator

JEDNOSTAVNA (PASIVNA) DIFUZIJA

transport malih molekula kroz plazminu membranu (7)

membranski transportni proteini

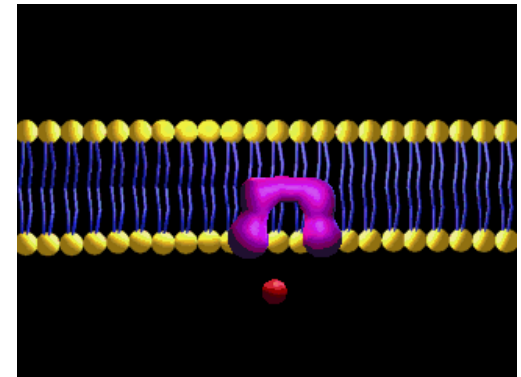
- sve molekule i ioni potrebni stanici koje lipidni dvosloj ne propušta mogu se transportirati u stanicu samo s pomoću MEMBRANSKIH TRANSPORTNIH PROTEINA

1. PORINI (eng. channel proteins)

- ovi proteini stvaraju pore, tj. vodene kanale u membrani
- transport: JEDNOSTAVNA (PASIVNA) DIFUZIJA

2. PROTEINI PRIJENOSNICI

- slični proteinima-enzimima
- transport: različiti mehanizmi



membranski transportni proteini

- sve molekule i ioni potrebni stanici koje lipidni dvosloj ne propušta mogu se transportirati u stanicu samo s pomoću MEMBRANSKIH TRANSPORTNIH PROTEINA

1. **PORINI** (eng. channel proteins)

- ovi proteini stvaraju pore, tj. vodene kanale u membrani
- transport: JEDNOSTAVNA (PASIVNA) DIFUZIJA

2. **PROTEINI PRIJENOSNICI**

- slični proteinima - enzimima
- transport: različiti mehanizmi

membranski transportni proteini

2. PROTEINI PRIJENOSNICI - mehanizmi

a. PASIVNO (bez utroška metaboličke energije)

OLAKŠANA DIFUZIJA (energetski najpovoljnije za stanicu)

- npr. transport glicerola u stanicu *Zymomonas mobilis*

b. AKTIVNO (uz utrošak metaboličke energije)

AKTIVNI TRANSPORT

membranski transportni proteini

2. PROTEINI PRIJENOSNICI - mehanizmi

a. PASIVNO (bez utroška metaboličke energije)

OLAKŠANA DIFUZIJA (energetski najpovoljnije za stanicu)

b. AKTIVNO (uz utrošak metaboličke energije)

AKTIVNI TRANSPORT

membranski transportni proteini

b. aktivni transport

1. ovisan o energijom bogatim spojevima

(eng. traffic ATP-ases npr. histidin permeaza kod bakterije *Escherichia coli*)

- transport supstrata (npr. SO_4^{2-} , aminokis., UH) uz hidrolizu ATP što

dovodi do “otvaranja” pore i jednosmjerne difuzije supstrata u citoplazmu

2. kemiosmotski prijenosnici (ionske pumpe/ATP-aze, simport i antiport, protonske pumpe dominiraju u mikrobnom svijetu, a Na-pumpe kod viših eukariota, kod bakterija protonski gradijent može poslužiti i za sintezu ATP-
a)

3. PTS (PEP Transferase System) – sinonimi: translokacija grupa, vektorska fosforilacija

membranski transportni proteini

b. aktivni transport

1. ovisan o energijom bogatim spojevima

(TRAFFIC ATP-ases, histidin permeaza kod bakterije *Escherichia coli*)

2. kemiosmotski prijenosnici [prethodno je uspostavljen gradijent iona,

ionske

pumpe/ATP-aze, simport (H^+/ak , $H^+/org.kis.$, H^+/UH i dr.) i antiport (H^+/K^+ , H^+/Ca^{2+} , $H_2PO_4^-/PEP$), protonske pumpe dominiraju u mikrobnom svijetu, a Na-pumpe kod viših eukariota, kod bakterija protonski gradijent može se koristiti i za sintezu ATP]

3. PTS (PEP Transferase System) – sinonimi: translokacija grupa, vektorska fosforilacija

membranski transportni proteini

b. aktivni transport

1. ovisan o energijom bogatim spojevima

(TRAFFIC ATP-ases, histidin permeaza kod bakterije *Escherichia coli*)

2. kemiosmotski prijenosnici (ionske pumpe/ATP-aze, simport i antiport, protonske pumpe dominiraju u mikrobnom svijetu, a Na-pumpe kod viših eukariota, kod bakterija protonski gradijent može poslužiti i za sintezu ATP)

3. **PTS** (eng. PEP Transferase System) – sinonimi: translokacija grupa, vektorska fosforilacija

transport malih molekula kroz plazminu membranu (14)

membranski transportni proteini

NAPOMENA:

transport NIZ elektrokemijski gradijent je PASIVNI TRANSPORT.

transport UZ elektrokemijski gradijent je AKTIVNI TRANSPORT.

transport malih molekula kroz plazminu membranu (15)

membranski transportni proteini

NAPOMENA:

~~transport NIZ elektrokemijski gradijent je PASIVNI TRANSPORT.~~

~~transport UZ elektrokemijski gradijent je AKTIVNI TRANSPORT.~~

AKTIVNI TRANSPORT se odvija UZ UTROŠAK ENERGIJE.

PASIVNI TRANSPORT se odvija BEZ UTROŠKA ENERGIJE.

Prijenosnici koji provode aktivni transport troše energiju i kada prenose supstrat NIZ gradijent koncentracije.

membranski transportni proteini

b. aktivni transport

1. ovisan o energijom bogatim spojevima

(eng. traffic ATP-ases, histidin permeaza kod bakterije *Escherichia coli*)

2. kemiosmotski prijenosnici (ionske pumpe/ATP-aze, simport i antiport, protonske pumpe dominiraju u mikrobnom svijetu, a Na-pumpe kod viših eukariota, kod bakterija protonski gradijent može poslužiti i za sintezu ATP-a)

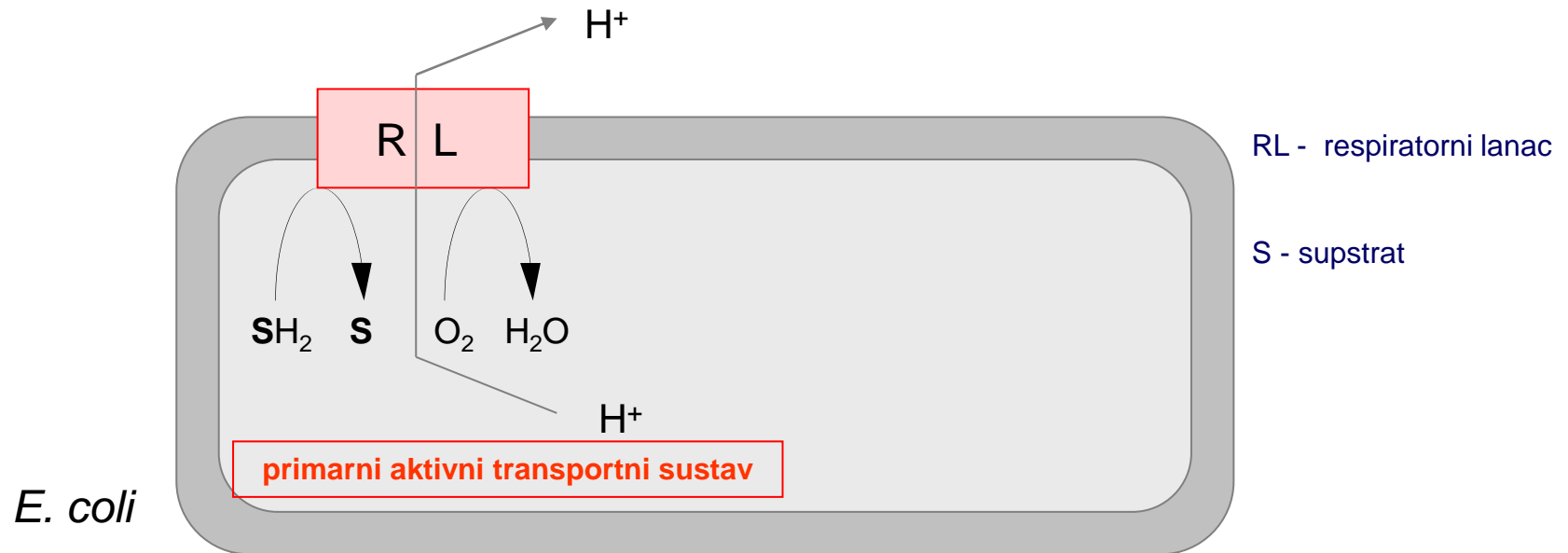
3. PTS (PEP Transferase System) – sinonimi: translokacija grupa, vektorska fosforilacija

transport malih molekula kroz plazminu membranu (17)

membranski transportni proteini

b. aktivni transport

2. kemiosmotski prijenosnici - sprega respiratornog lanca i laktoza permeaze



transport malih molekula kroz plazminu membranu (18)

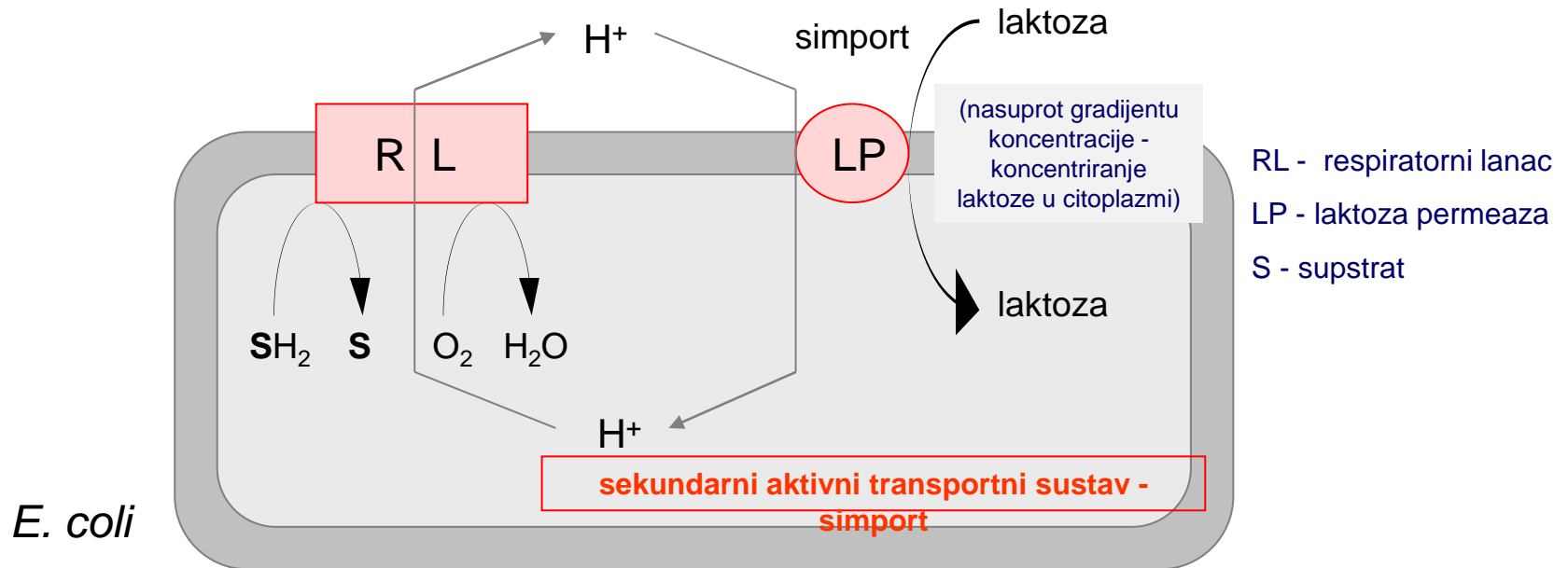
membranski transportni proteini



animation: **Light-Driven Ion Pumps and Sensors**
The Resting Membrane Potential
www.sumanasinc.com/webcontent/animations/microbiology.html

b. aktivni transport

2. kemiosmotski prijenosnici - sprega respiratornog lanca i laktoza permeaze

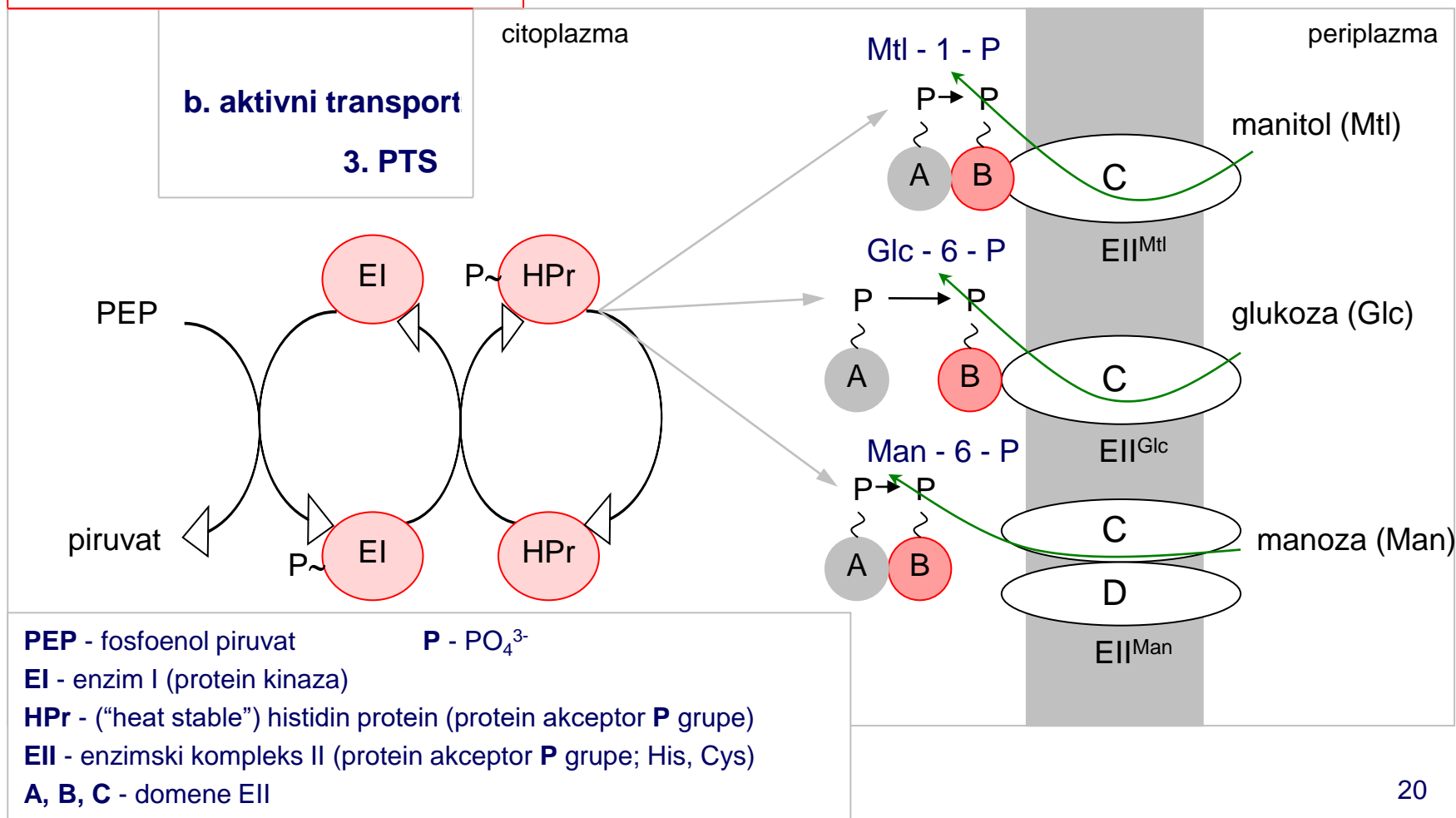


transport malih molekula kroz plazminu membranu (19)

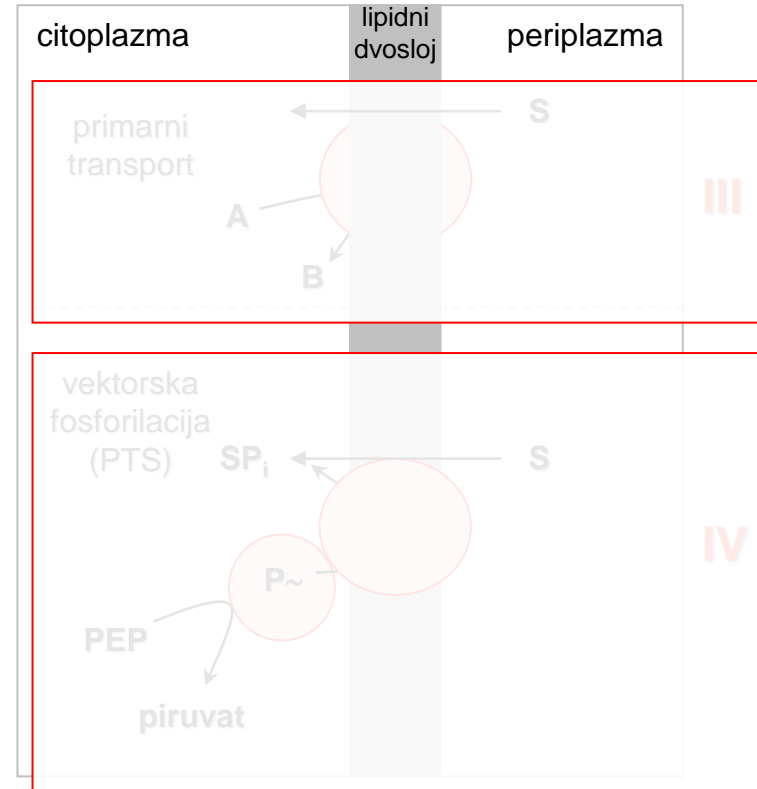
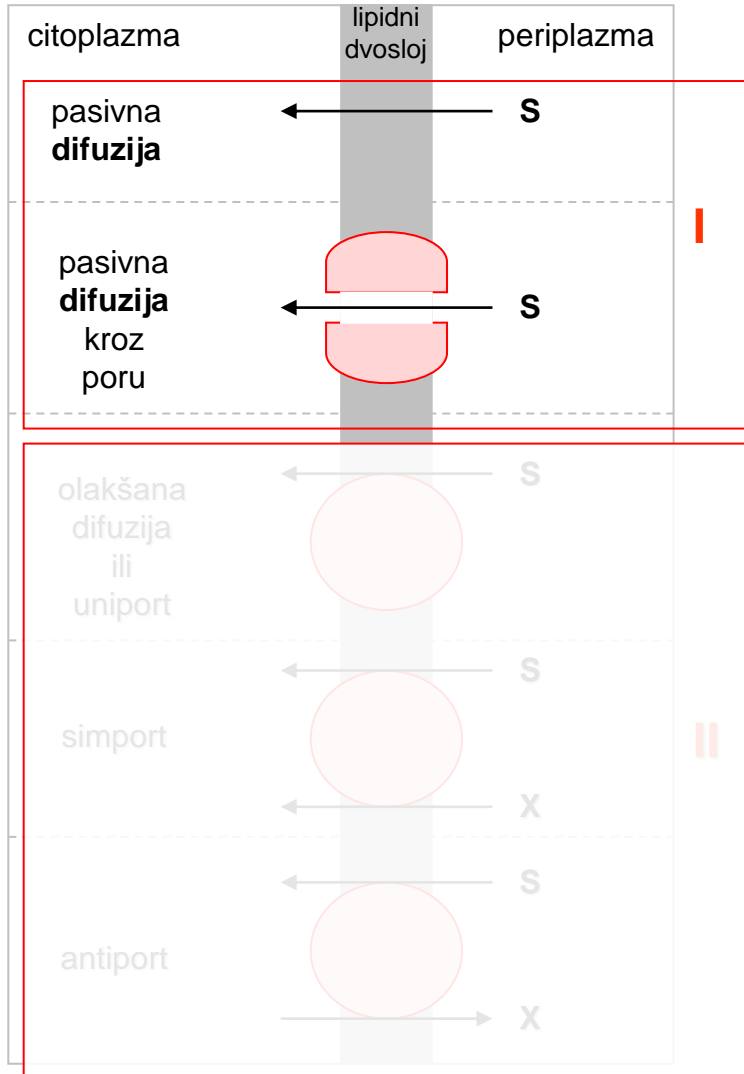
Avogadrov broj (konstanta) L ili N_A $6.02214179 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Glc, Gal, Fru,
Sor, Man, Tre,
Scr, Bgl, Cel,
Xtl, Lac, ...

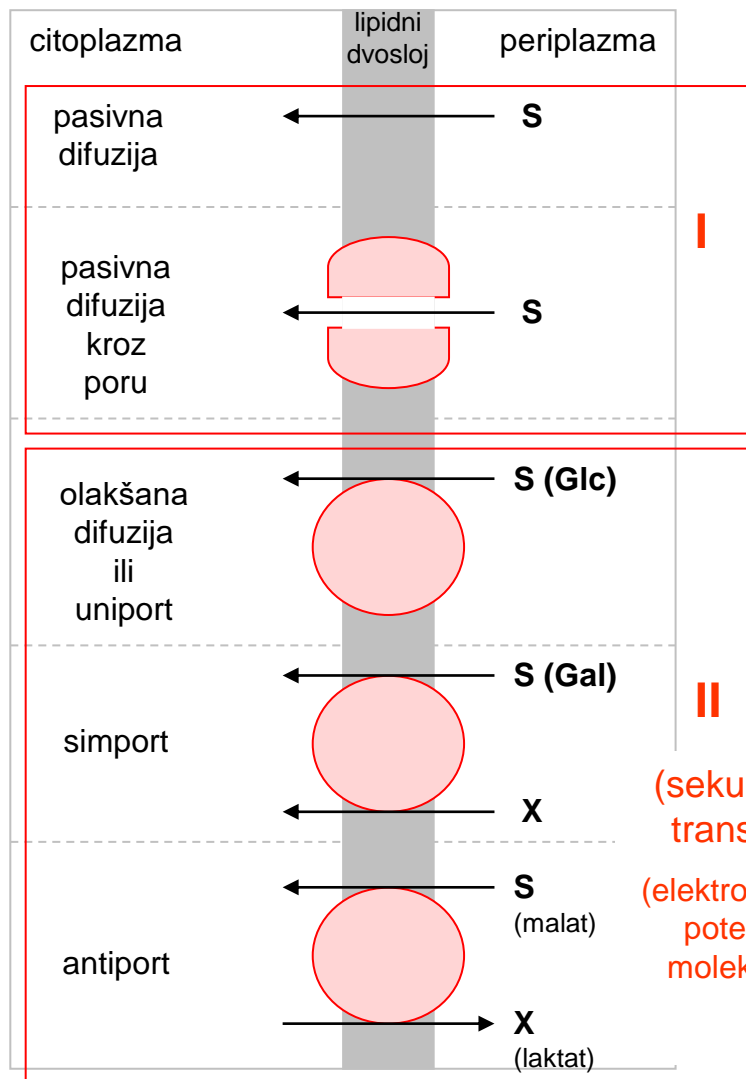
membranski transportni proteini



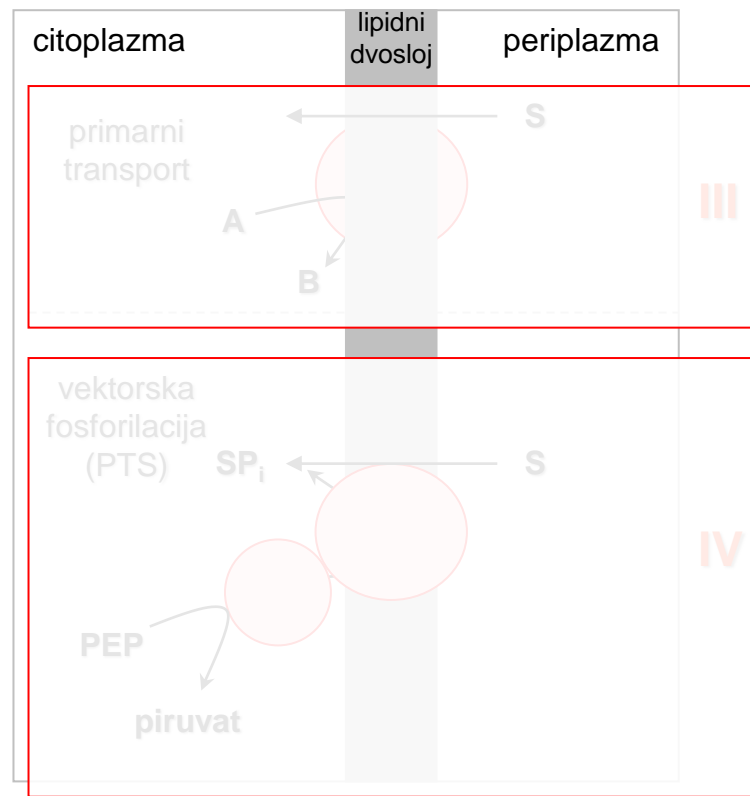
mehanizmi transporta kroz plazminu membranu (20)



mehanizmi transporta kroz plazminu membranu (21)



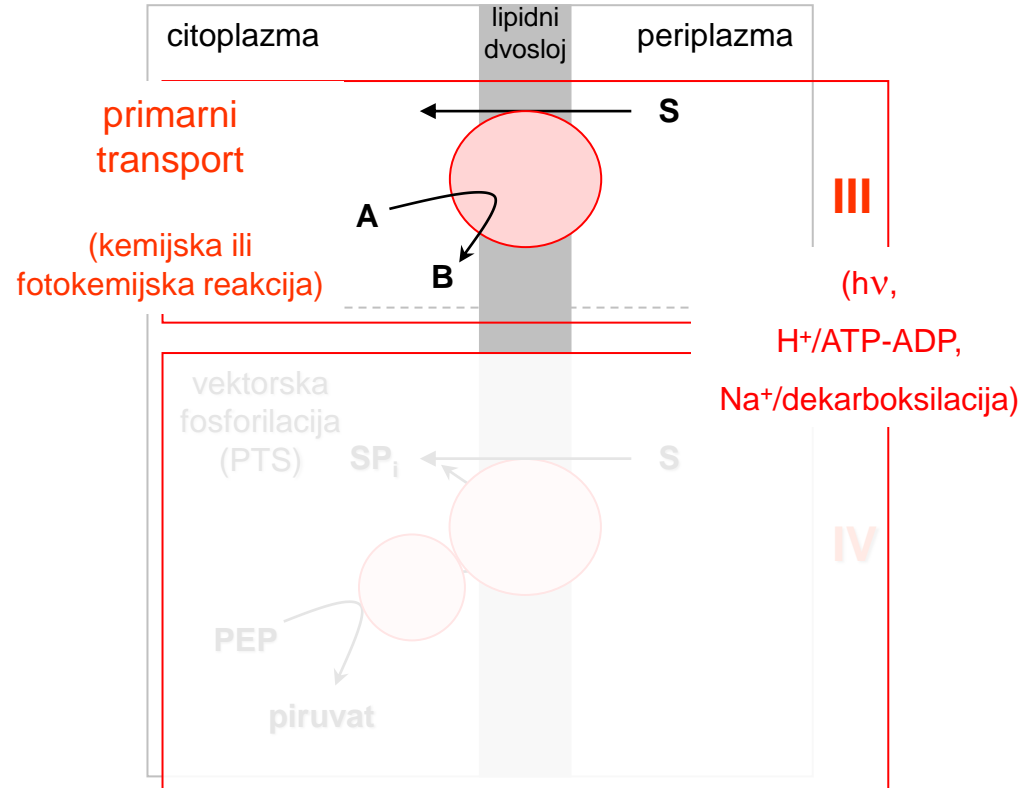
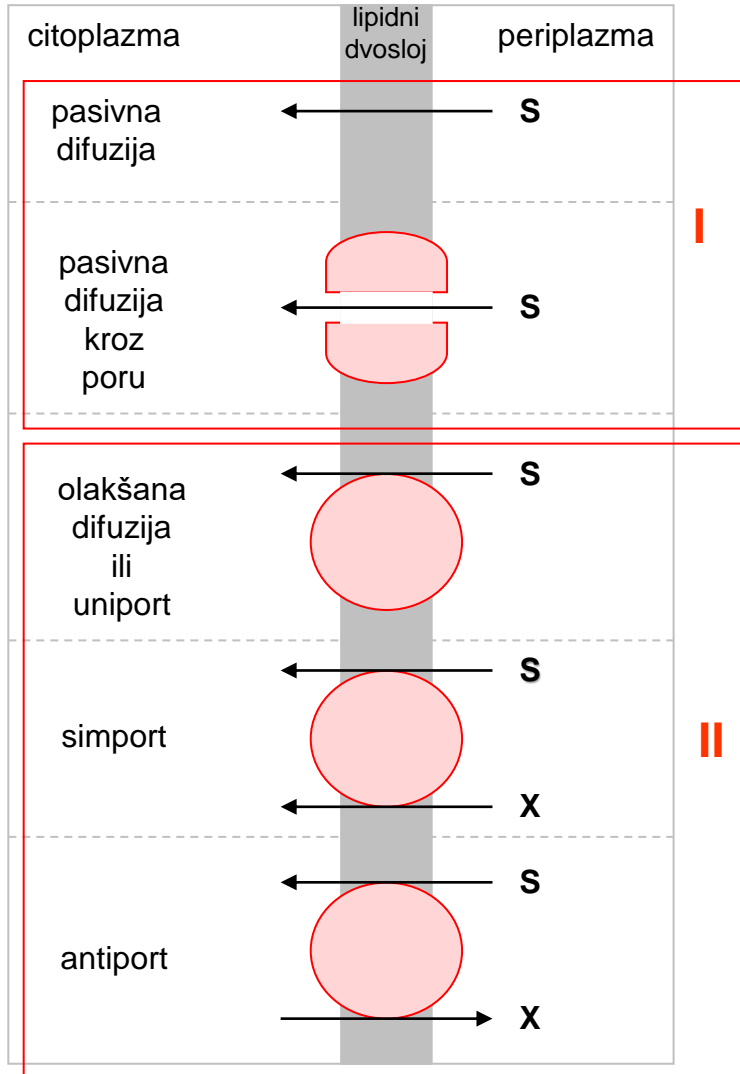
(sekundarni transport)
(elektrokemijski potencijal molekule S)



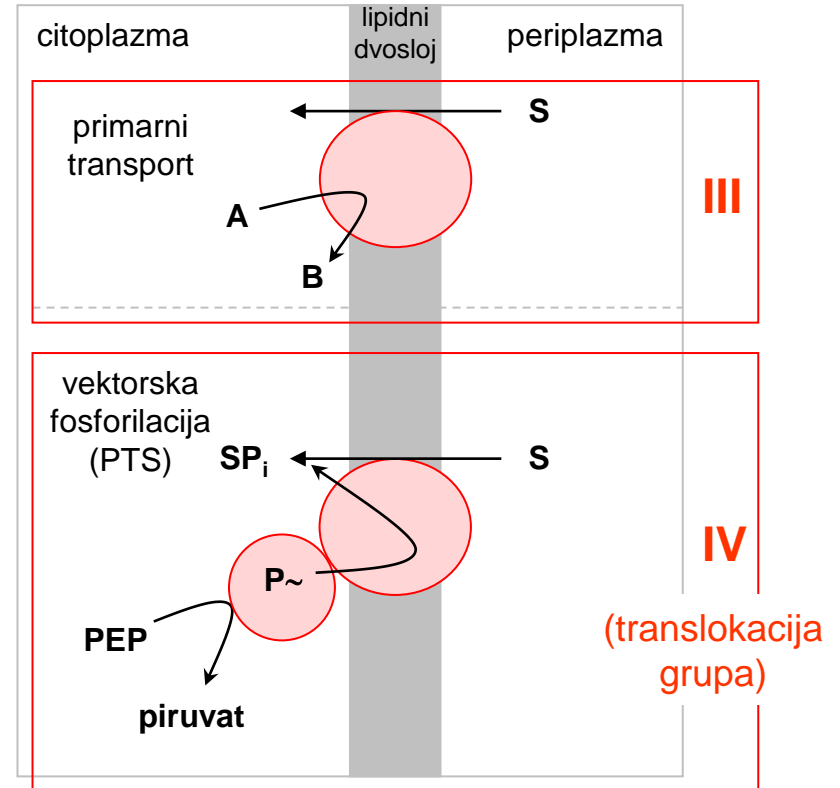
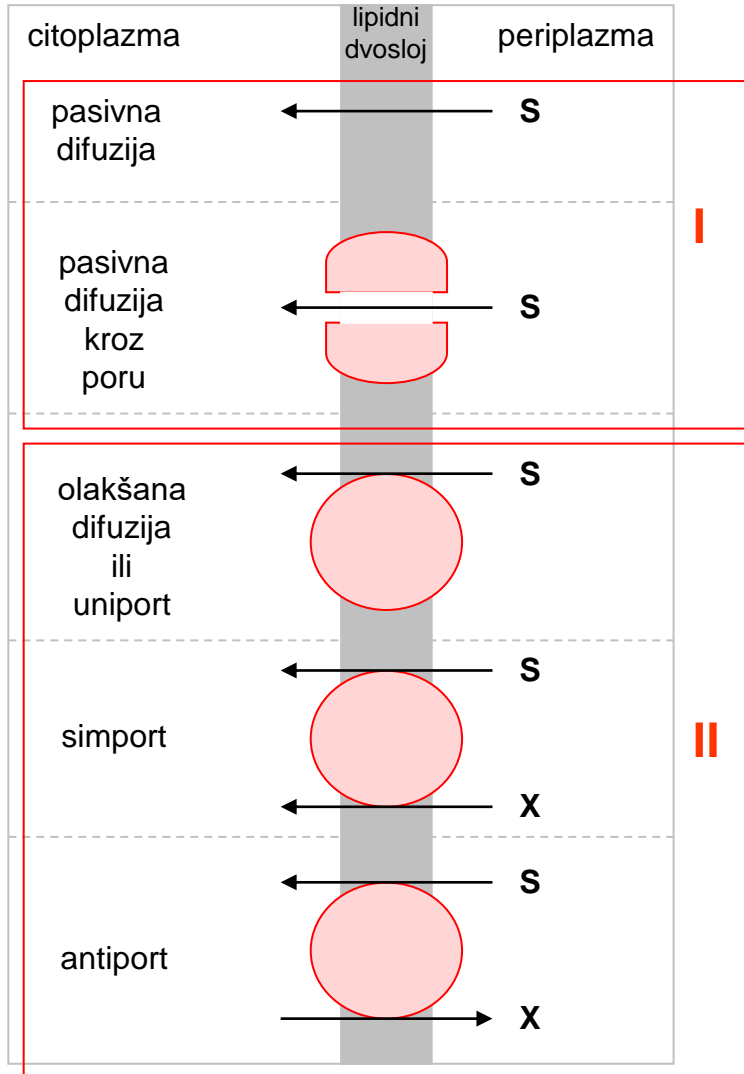
animacija: **Molecules Move across the Cell Membrane**
(Simple Diffusion, Facilitated Diffusion, Active Transport)
www.sumanasinc.com/webcontent/animations/biology.html

animacija: **Carrier Proteins** (Uniport, Symport, Antiport) 22
www.sumanasinc.com/webcontent/animations/biology.html

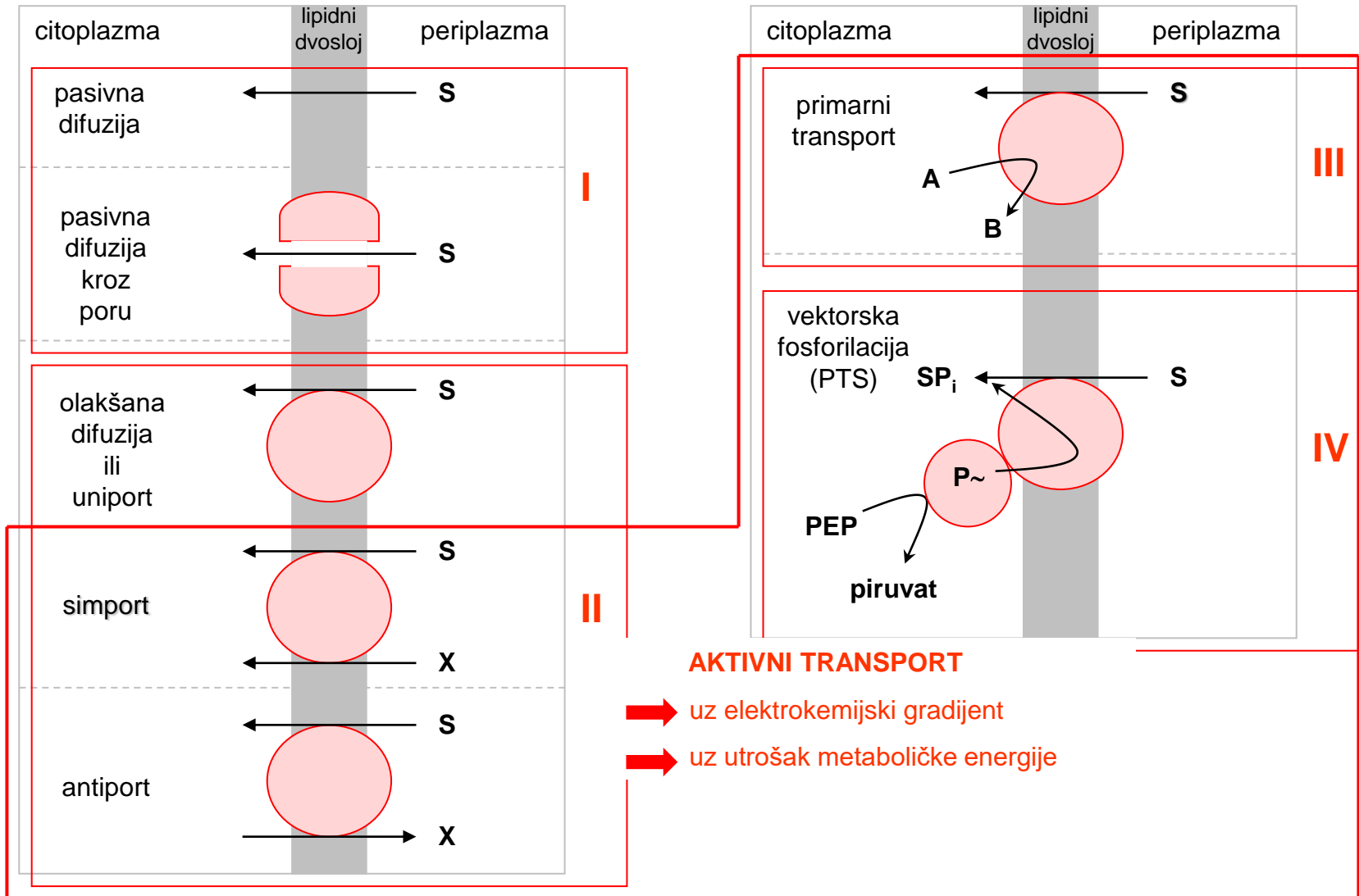
mehanizmi transporta kroz plazminu membranu (22)



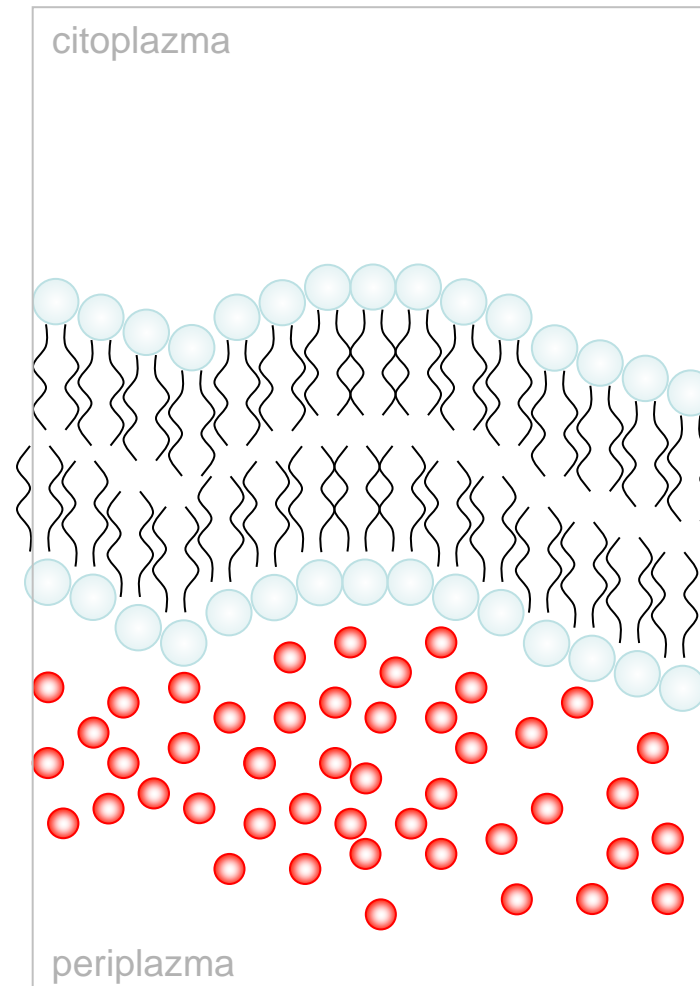
mehanizmi transporta kroz plazminu membranu (23)



mehanizmi transporta kroz plazminu membranu (24)

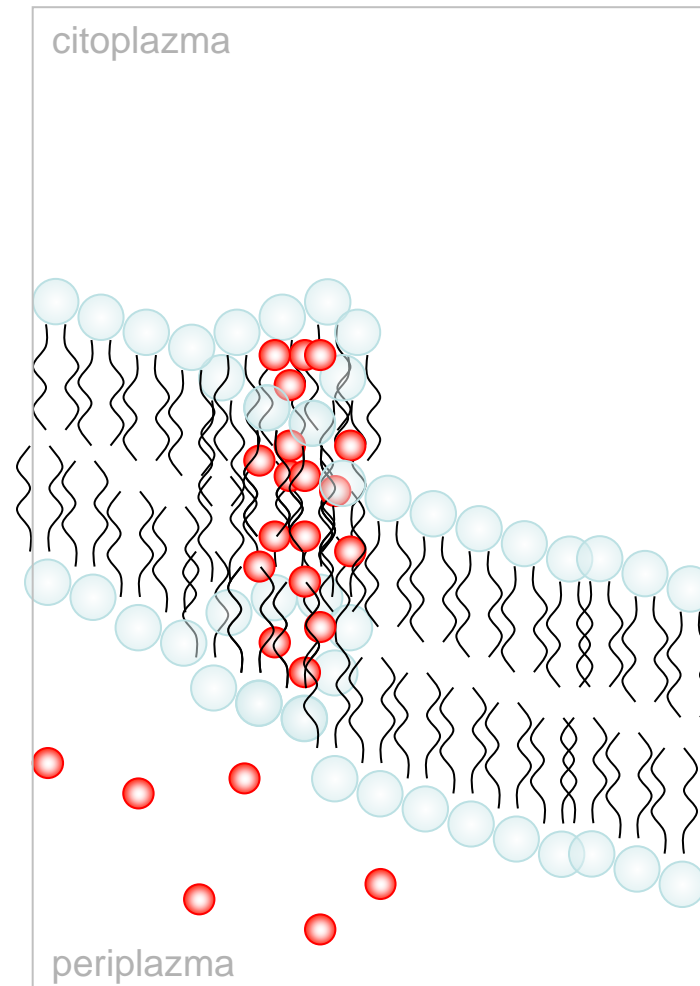


mehanizmi transporta kroz plazminu membranu - endocitoza (25)



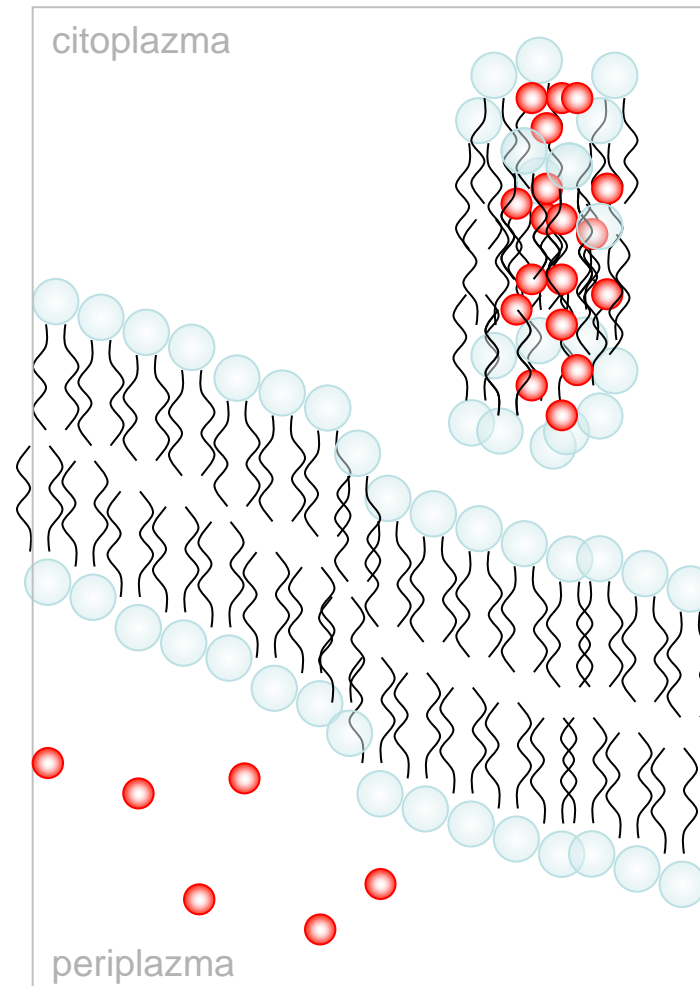
virus → stanica domaćin

mehanizmi transporta kroz plazminu membranu - endocitoza (26)



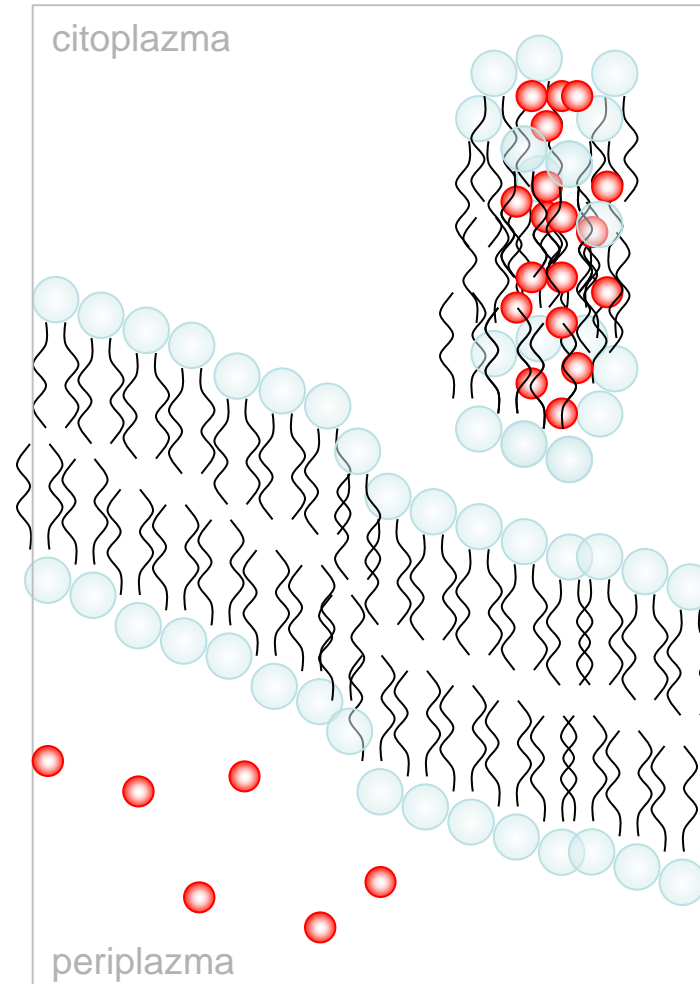
virus → stanica domaćin

mehanizmi transporta kroz plazminu membranu - endocitoza (27)

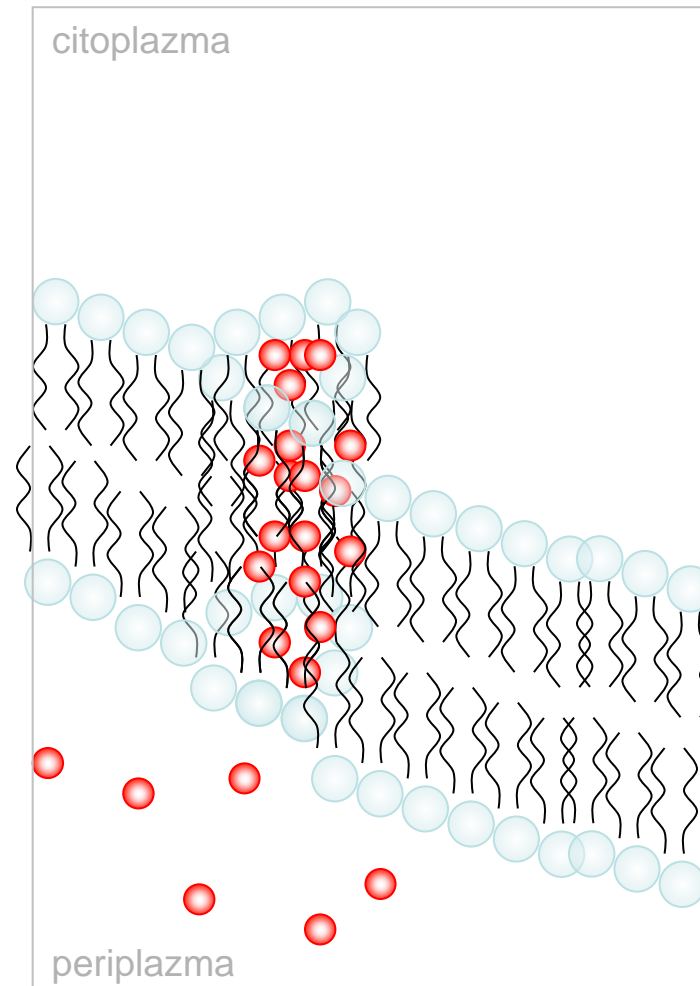


virus → stanica domaćin

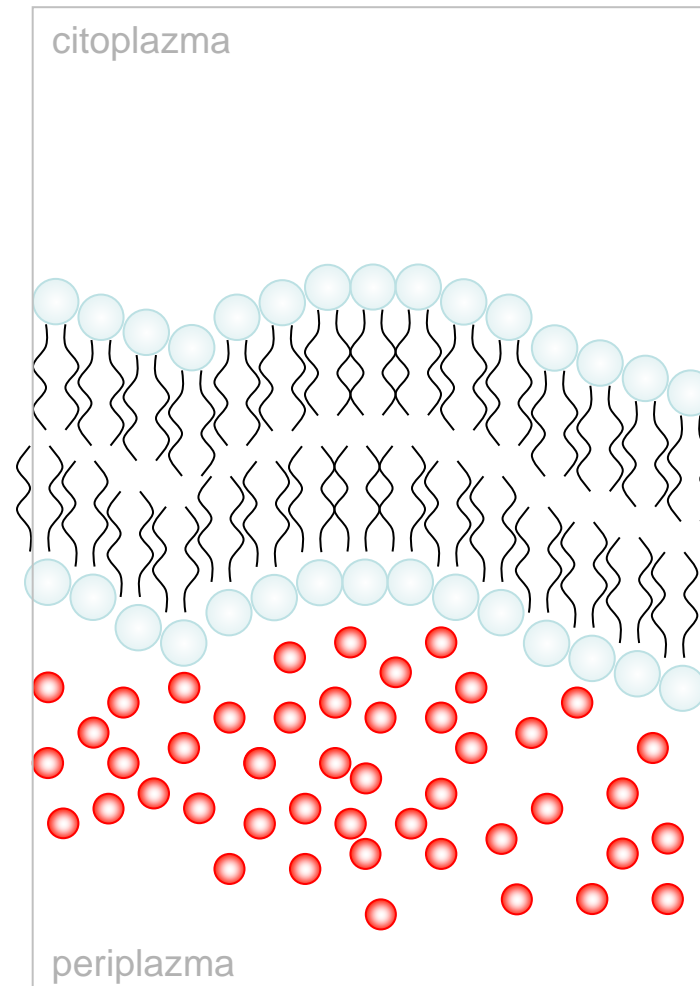
mehanizmi transporta kroz plazminu membranu - **egzocitoza** (28)



mehanizmi transporta kroz plazminu membranu - egzocitoza (29)

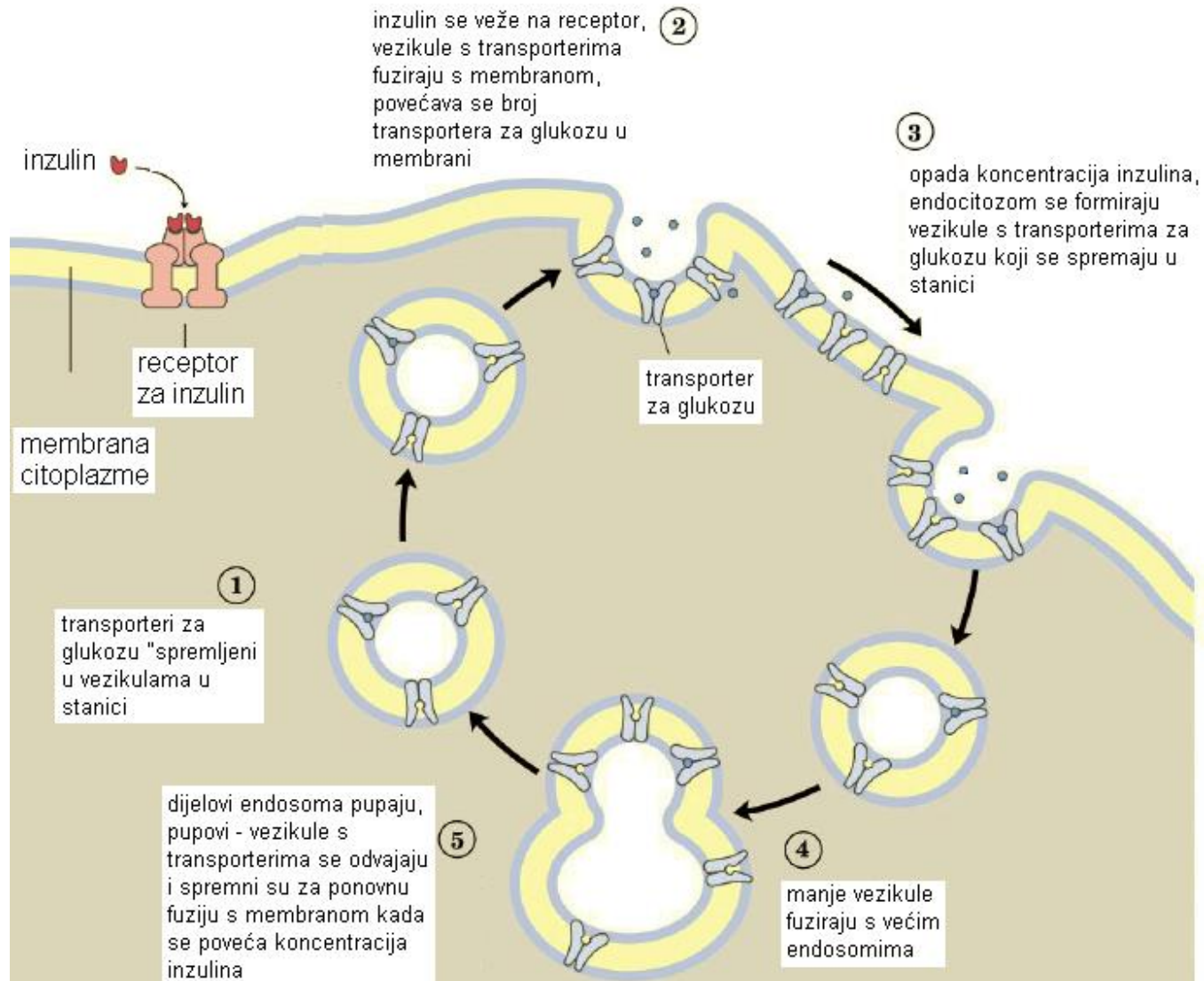


mehanizmi transporta kroz plazminu membranu - egzocitoza (30)





mehanizmi transporta kroz plazminu membranu - transport glukoze u stanice mišićnog i masnog tkiva (30)



mehanizmi transporta kroz plazminu membranu (31)

		tip transporta					
		pasivni transport			aktivni transport		
		pasivna difuzija kroz lipidni dvosloj	pasivna difuzija kroz poru	olakšana difuzija (uniport)	ovisan o ATP	kemiosmotski	vektorska fosforilacija
svojstvo							
membranski proteini		NE	DA	DA	DA	DA	DA
kinetika		Fickov zakon	Fickov zakon	Michaelis-Menten	Michaelis-Menten	Michaelis-Menten	Michaelis-Menten
ovisnost brzine transporta o temperaturi		neznatno raste	neznatno raste	max. u uskom temp. intervalu	max. u uskom temp. intervalu	max. u uskom temp. intervalu	max. u uskom temp. intervalu

mehanizmi transporta kroz plazminu membranu (32)

	tip transporta					
	pasivni transport			aktivni transport		
	pasivna difuzija kroz lipidni dvosloj	pasivna difuzija kroz poru	olakšana difuzija (uniport)	ovisan o ATP	kemiosmotski	vektorska fosforilacija
svojstvo						
kemijska specifičnost	NE	NE	DA	DA	DA	DA
kompetitivna inhibicija strukturnim analogima	NE	NE	DA	DA	DA	DA
inaktivacija mutacijom	NE	DA	DA	DA	DA	DA

metode za proučavanje transporta kroz plazminu membranu (33)

- kinetička mjerenja u
cijelim stanicama
protoplastima
membranskim vezikulama
sferoplastima
s pomoću
obilježenih (npr. fluorescencija) supstanci ili
pH-metrijski kod npr. proton-simporta
- transportni mutanti

tipovi transporta u mikrobnom svijetu (34)

- bakterije

- pasivna difuzija kroz lipidni dvosloj i pore
- PTS
- olakšana difuzija
- traffic ATP-ase
- kemiosmotski transporteri

kvasci

- pasivna difuzija kroz lipidni dvosloj i pore
- olakšana difuzija
- kemiosmotski transporteri

literatura

1. L. F. Barros, R.B. Marchant, S.A. Baldwin (1995) Dissection of stress-activated glucose transport from insulin-induced glucose transport in mammalian cells using wortmannin and ML-9, *Biochemistry Journal* **369**, 731-736.
2. Grupa autora: *Molecular biology of the cell*, B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, J.D. Watson (eds.), Garland Publishing, Inc., New York (1983).
3. Grupa autora: *Biology of the procaryotes*, J.W. Lengeler, G. Drews, H.G. Schlegel (eds.) Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Germany (1999).
4. Grupa autora: *Applied Microbial Physiology*, P.M. Rhodes, P.F. Stanbury (eds.), IRL Press at Oxford University Press, Oxford, UK (1997).
5. P.W. Postma, J.W. Lengeler, G.R. Jacobson (1993) Phosphoenolpyruvate: carbohydrate phosphotransferase systems of bacteria, *Microbiological Reviews* **57**, 543-594.
6. M.H. Saier Jr., J. Reizer (1992) Proposed uniform nomenclature for the proteins and protein domains of the bacterial phosphoenolpyruvate: sugar phosphotransferase system, *Journal of Bacteriology* **174**, 1433-1438.