Липиды

прост

$R-CH_2OH$ Спирты

$R-CHO$ Альдегиды

RH Углеводороды

$R-CH(OH)-CH(NH_2)-CH_2OH$. Сфингозиновые основания

Жирные кислоты

сложные

нейтральн

$R-CO-O-R'$

Воски или эфиры стеринов

$CH_2-O-CO-R_1$
$CH-O-CO-R_2$
$CH_2-O-CO-R_3$

Триацилглицерины

$R-CO-NH-CH_2-CH_2-OH$

Этаноламиды жирных кислот

$R-CH(OH)-CH-CH_2OH$
$HN-COR_1$

Церамиды

стерины

полярные

фосфолипиды

На основе глицерина глицерофосфолипиды

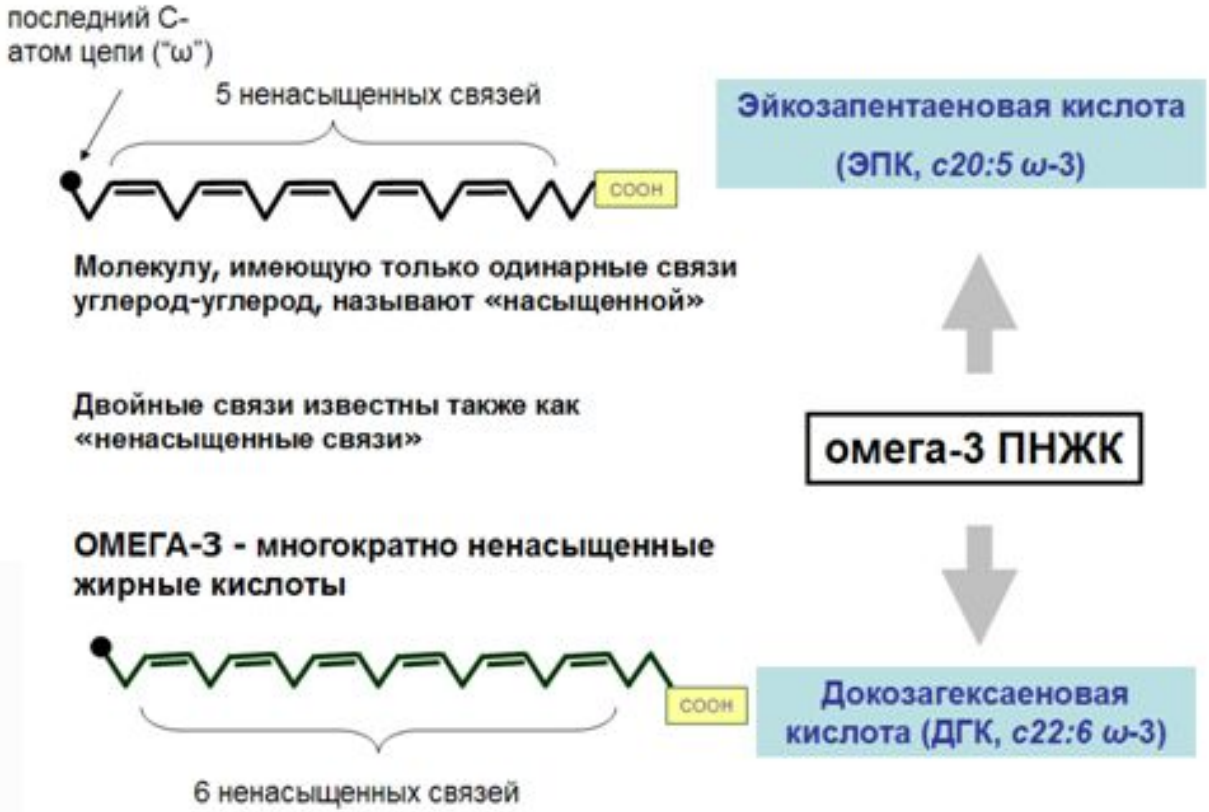
На основе сфингозина фосфосфинголипиды

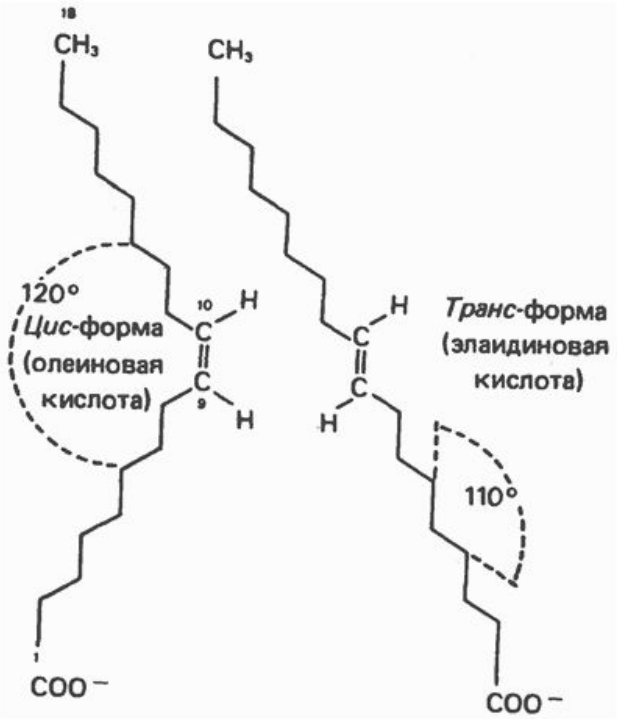
гликолипиды

На основе глицерина глицерогликолипиды

На основе сфингозина гликосфинголипиды

оксилипины


последний С-
атом цепи ("ω")
5 ненасыщенных связей
COOH
Эйкозапентаеновая кислота
(ЭПК, c20:5 ω-3)
Молекулу, имеющую только одинарные связи углерод-углерод, называют «насыщенной»
Двойные связи известны также как «ненасыщенные связи»
омега-3 ПНЖК
ОМЕГА-3 - многократно ненасыщенные жирные кислоты
COOH
Докозагексаеновая кислота (ДГК, c22:6 ω-3)
6 ненасыщенных связей


18
CH₃
CH₃
120°
Цис-форма
(олеиновая
кислота)
10
H
C
C
9
H
H
C
C
H
Транс-форма
(элаидиновая
кислота)
110°
COO⁻
COO⁻

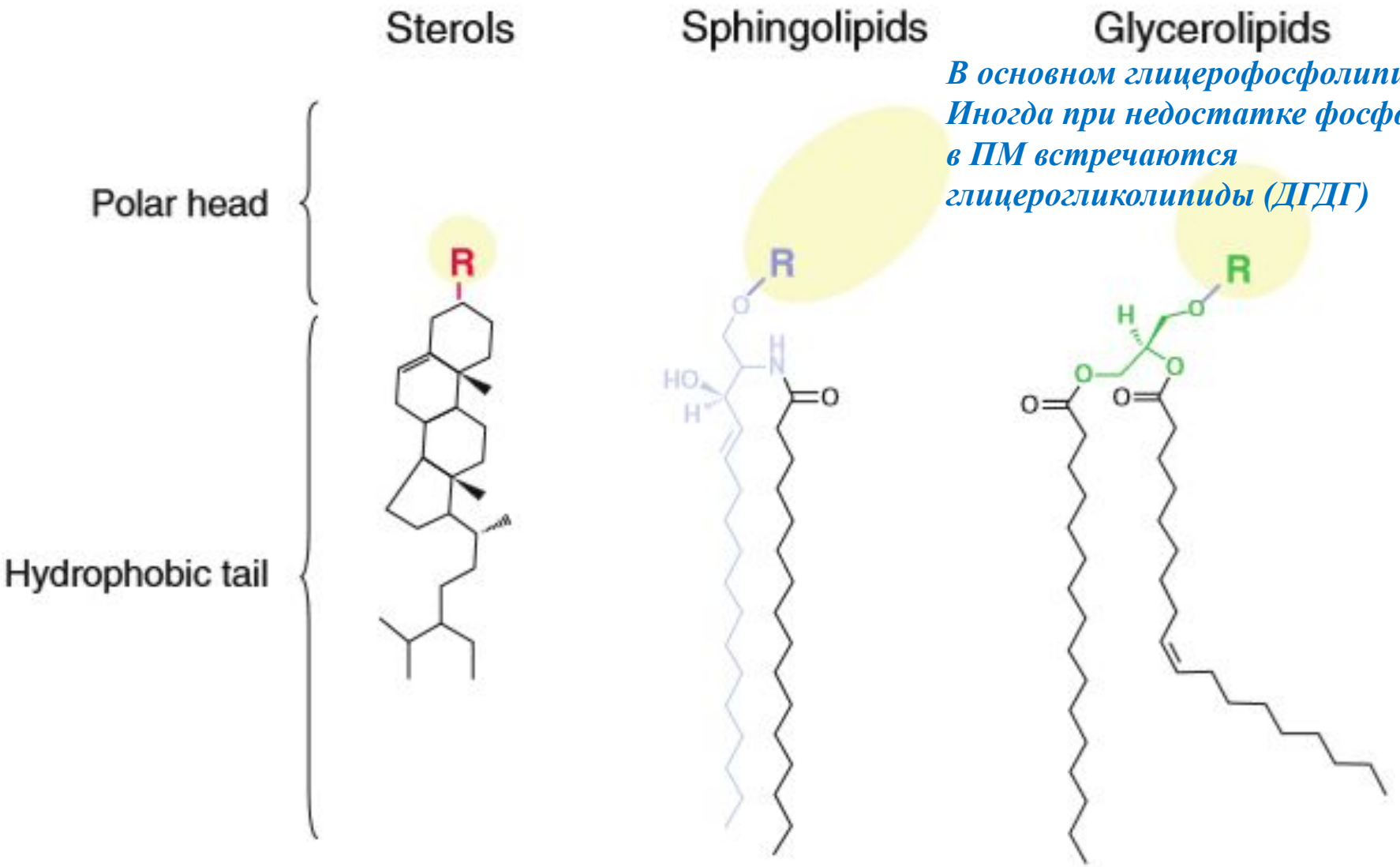
Основные классы липидов плазматической мембраны (ПМ)

Table 1 Lipid content of plant plasma membrane, expressed as percent of total lipids

	Vigna radiata hypocotyl	*Secale cereale* leaves	*Secale cereale* leaves	*Avena sativa* coleoptyle	*Avena sativa* roots	Spring oat leaves	Winter oat leaves	*Hordeum vulgare* roots	*Zea mays* roots	*Arabidopsis thaliana* leaves	*Solanum tuberosum* leaves
PL	48.9	31.7	36.6	41.7	50.1	28.2	28.9	45	43.9	46.8	46.4
SL	6.8	16.2	16.4	26.1	10.1	27.2	30.4	8	6.8	7.3	6.5
St	43.6	52.1	46.6	32.2	39.7	41.3	39.1	43	49.3	46	45
Other	0.7	–	0.4	–	–	2.7	1.7	4	–	–	2.1
St/PL	0.9	1.6	1.3	0.8	0.8	1.5	1.3	0.9	1.1	1	1
References	Yoshida and Uemura (1986)	Lynch and Steponkus (1987)	Uemura and Steponkus (1994)	Sandstrom and Cleland (1989)	Sandstrom and Cleland (1989)	Uemura and Steponkus (1994)	Uemura and Steponkus (1994)	Brown and Dupont (1989)	Bohn et al. (2007)	Uemura et al. (1995)	Palta et al. (1993)

PL phospholipid, *SL* sphingolipids, *St* sterols

F. Furt et al.

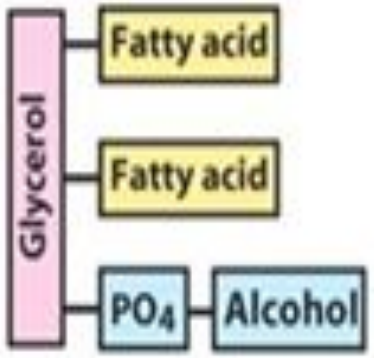


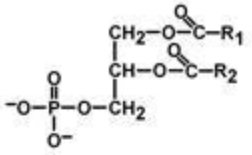
В основном глицерофосфолипиды. Иногда при недостатке фосфора в ПМ встречаются глицерогликолипиды (ДГДГ)

Основные классы липидов плазматической мембраны (ПМ)

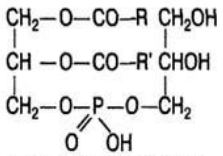
Глицеролипиды ПМ

глицерофосфолипиды

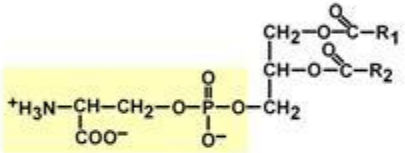




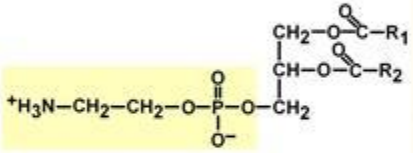
Строение фосфатидной кислоты



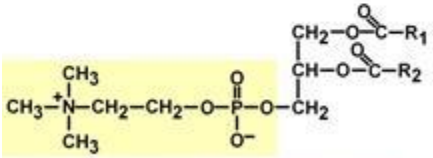
Фосфатидилглицерин



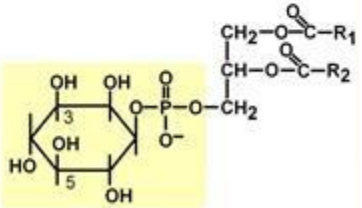
Фосфатидилсерин



Фосфатидилэтаноламин

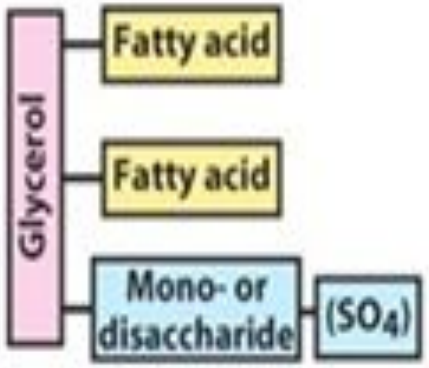


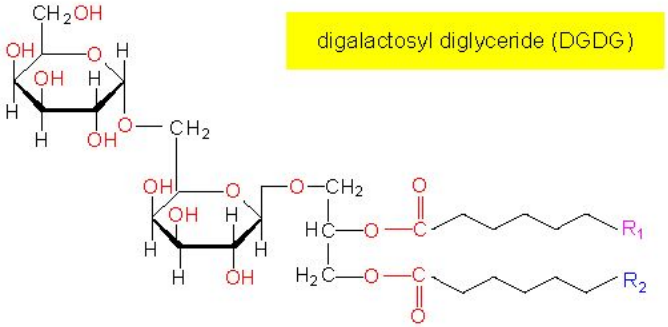
Фосфатидилхолин



Фосфатидилинозитол

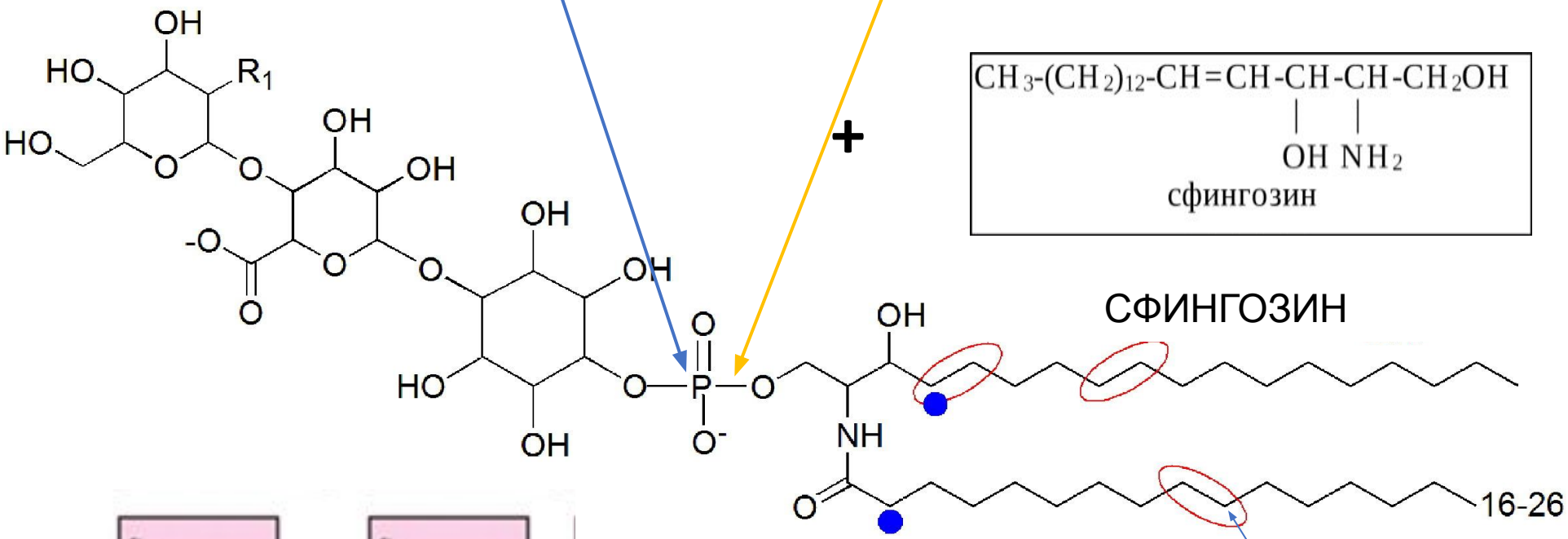
глицерогликолипиды



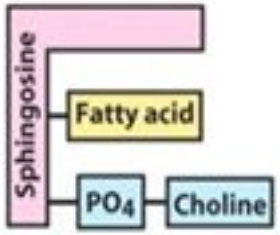


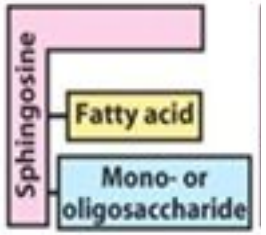
Сфинголипиды ПМ

Гликосфинголипиды и фосфосфинголипиды



CH_3-$(CH_2)_{12}$-CH=CH-CH-CH-CH_2OH
OH NH_2
сфингозин



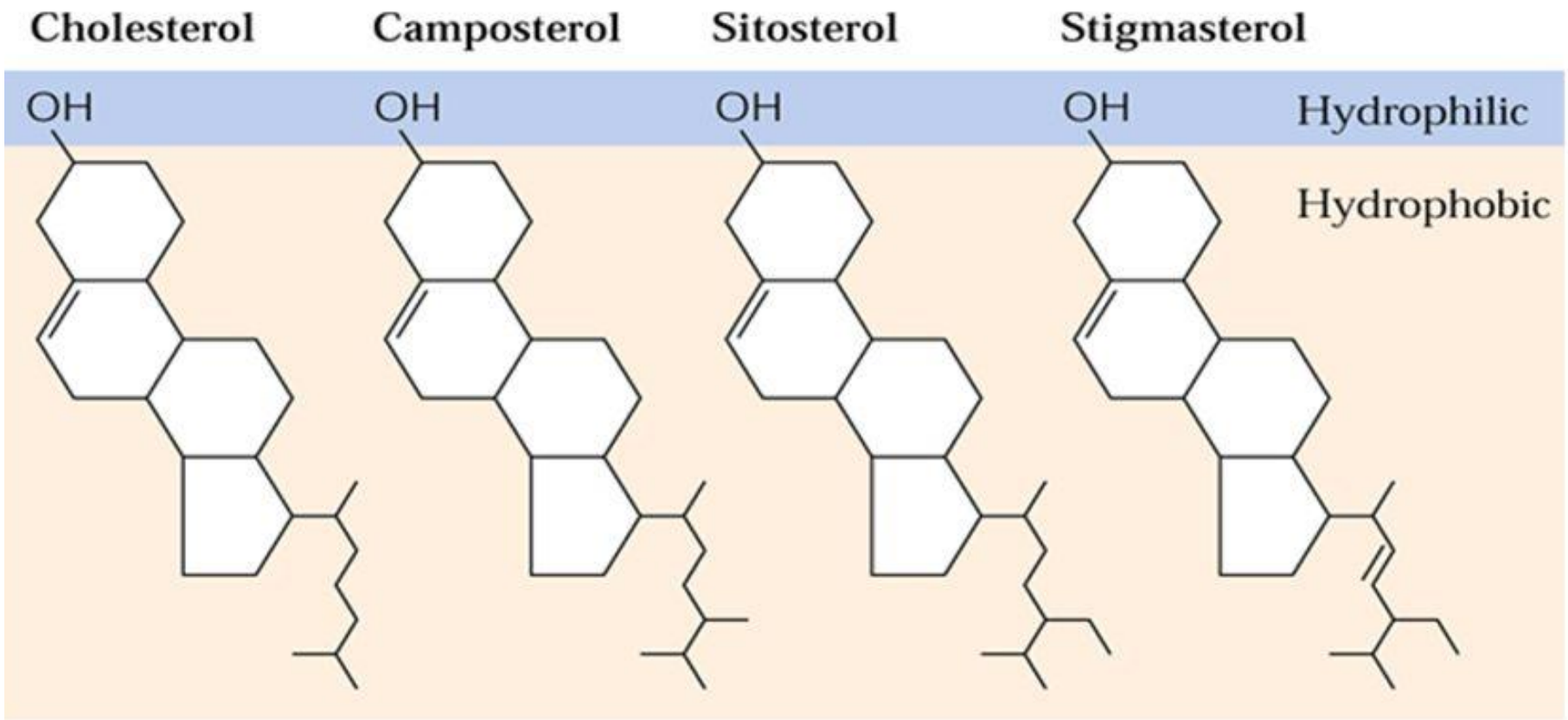


гидроксилирование

десатурация

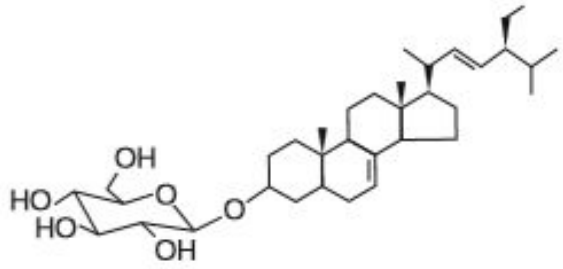
Louise V.Michaelson et.al., 2016

Стерины

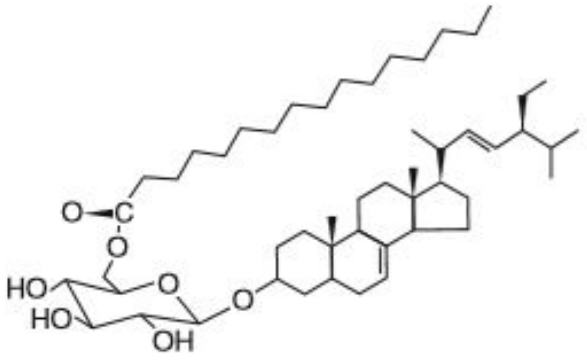

Cholesterol
Camposterol
Sitosterol
Stigmasterol
OH
OH
OH
OH
Hydrophilic
Hydrophobic

Стерины

F. Furt et al.



SterylGlucoside
(SG)

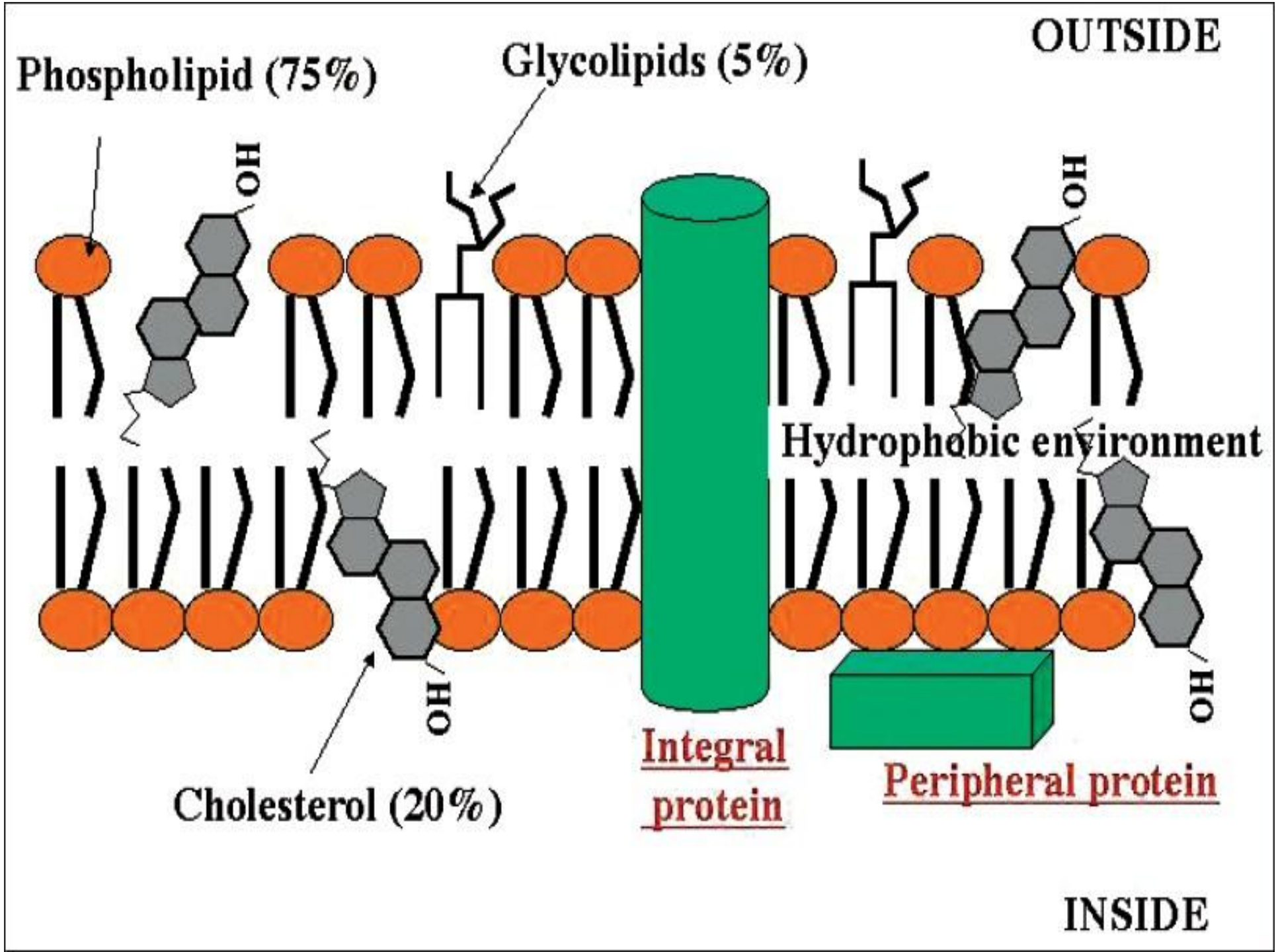


Acylated SterylGlucoside
(ASG)

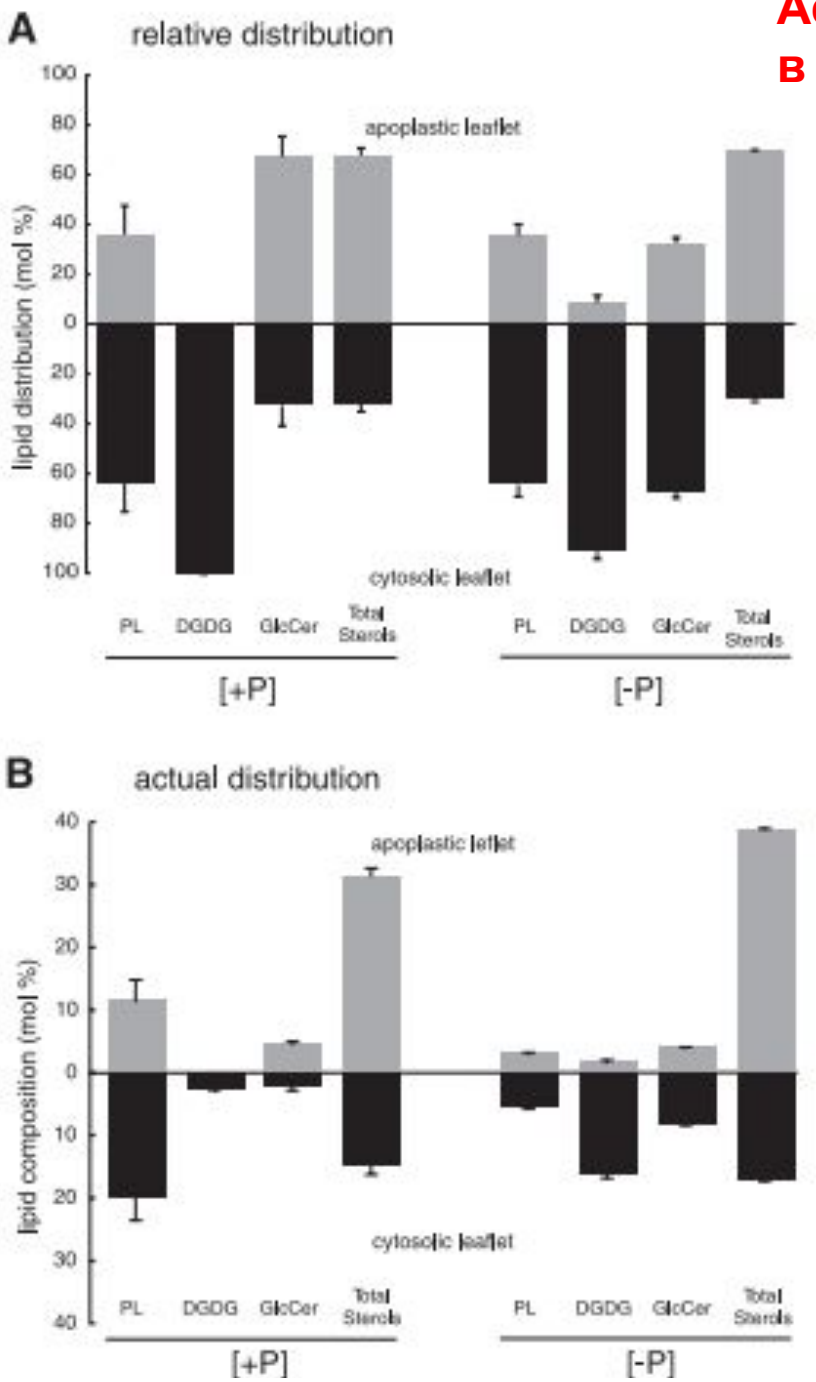
Table 4 The sterol family in plant plasma membrane, expressed as total sterol content

	Vigna radiata hypocotyle	Seigle leaves	Seigle leaves	Oat coleoptyle	Oat roots	Oat roots	Spring oat leaves	Winter oat leaves	*Zea mays* coleoptyles
Free sterols	91.2	62.8	81.8	60.2	62	73.5	20.3	26.1	89
SG	5.3	29	12	22.7	26.7	1	13.6	9.5	3
ASG	3.5	8.2	6.2	17.1	11.3	26.6	66.1	64.4	8
Esterified sterol	–	–	–	–	–	1.5	–	–	–
References	Yoshida and Uemura (1986)	Lynch and Steponkus (1987)	Uemura and Steponkus (1994)	Sandstrom and Cleland (1989)	Sandstrom and Cleland (1989)	Norberg and Liljenberg (1991)	Uemura and Steponkus (1994)	Uemura and Steponkus (1994)	Hartmann and Benveniste (1987)

SG steryl glycosides, *ASG* acylated steryl glycosides


OUTSIDE
Phospholipid (75%)
Glycolipids (5%)
OH
OH
Hydrophobic environment
OH
OH
Cholesterol (20%)
Integral protein
Peripheral protein
INSIDE

Асимметричное распределение липидов в ПМ



Распределения классов липидов в ПМ овса, культивируемого с (+[P]) или
без (-[P]) фосфата, в цитозольном (черные столбики,
ниже оси x) и апопластическом монослоях (серые
стобики, выше оси x).
А) Относительное распределение липидов (каждый липид
класс составляет 100%).
Б) Липидная композиция цитозольного и апопластического монослоев.

FASEB J. 2010 Apr;24(4):1128-38. doi: 10.1096/fj.09-139410. Epub 2009 Dec 4.

Состав липидов мембраны тонопласта

Lipids	Plasma Membranes	Tonoplasts
	mol %	
Phospholipids		
PI	2.6	5.7
PS	1.5	2.2
PC	16.0	23.7
PE	18.6	16.0
PG	2.2	2.3
PA	8.0	1.1
Subtotal	48.9	51.0
Sterols		
Free sterols	39.5	18.2
Acylated sterylglycoside	1.5	7.4
Sterylglycoside	2.3	2.3
Subtotal	43.3	27.9
CMH	6.8	16.6
Monogalactosyldiglyceride	0.2	1.0
Digalactosyldiglyceride	0.8	3.4
Total	100.0	99.9

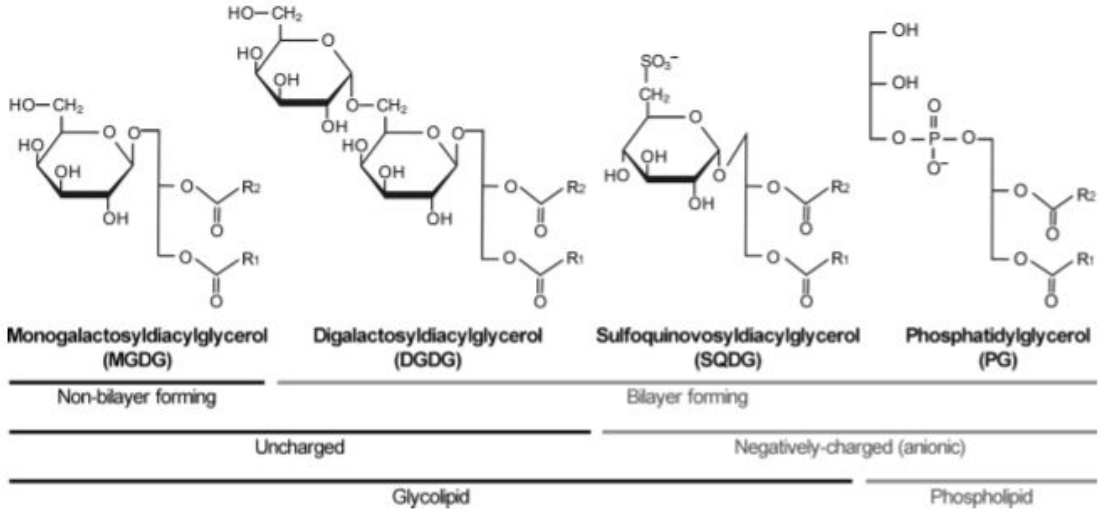
[3] Abbreviations: MOPS, 3-(*N*-morpholino)-propanesulfonic acid; BHT, butylated hydroxytoluene; PMSF, phenylmethylsulfonyl fluoride; SHAM, salicylhydroxamic acid; PC, phosphatidylcholine; PE, phosphatidylethanolamine; PS, phosphatidylserine; PG, phosphatidylglycerol; PI phosphatidylinositol; PA, phosphatidic acid; CMH, ceramide monohexoside.

Plant Physiol. (1986) 82, 807-812

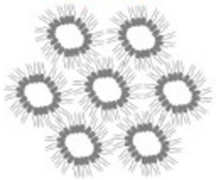
Мембрана хлоропллатов

J Plant Res (2016) 129:565–580

		MGDG	DGDG	SQDG	PG	PI	PC	PE	Others
Chloroplast	Thylakoids[a]	53	27	7	7	2	0	0	4
	Inner envelope[b]	49	30	5	8	1	6	0	1
	Outer envelope[b]	17	29	6	10	5	32	0	1

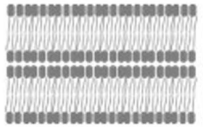


Non-bilayer-forming



HII

Bilayer-forming



Lamellar

Chemical Reviews — Review

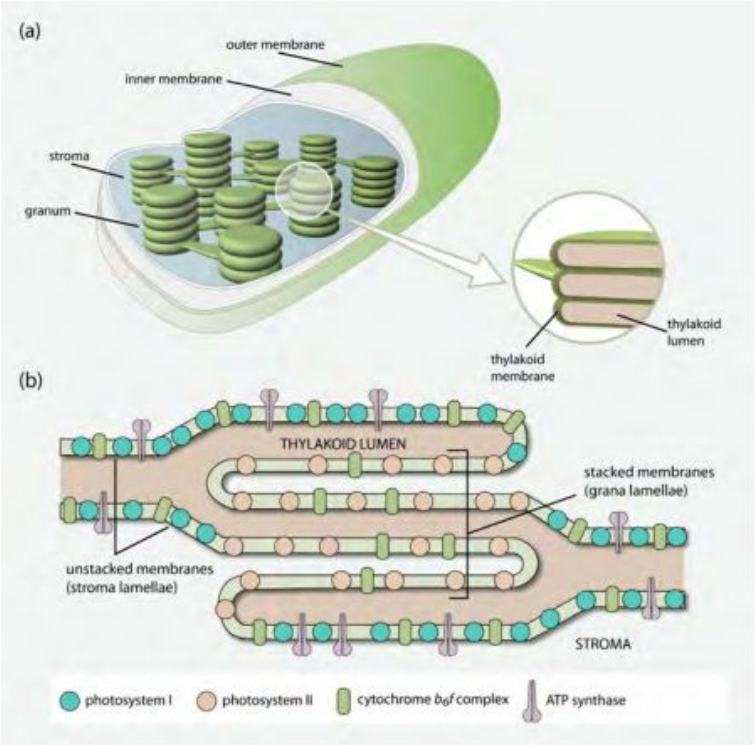
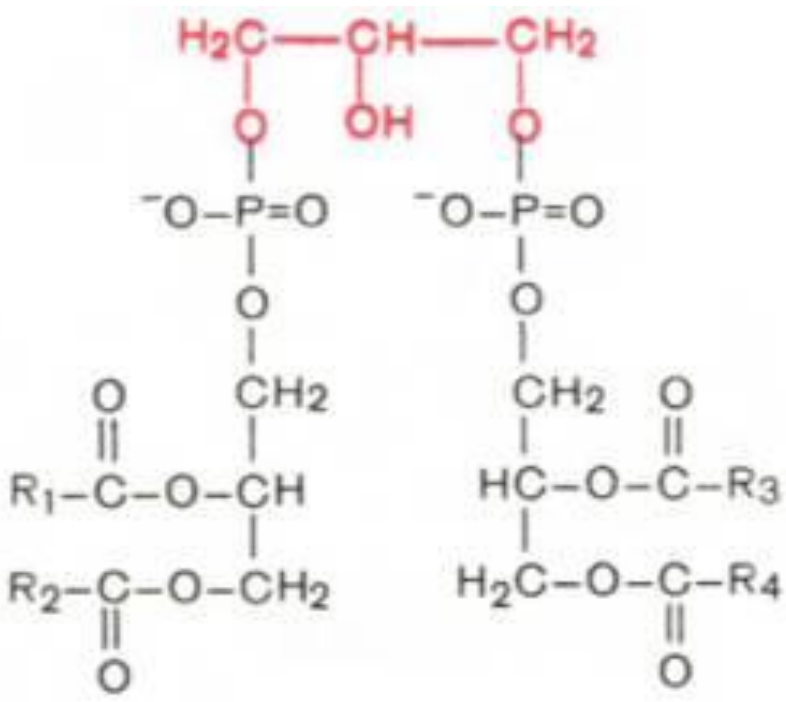
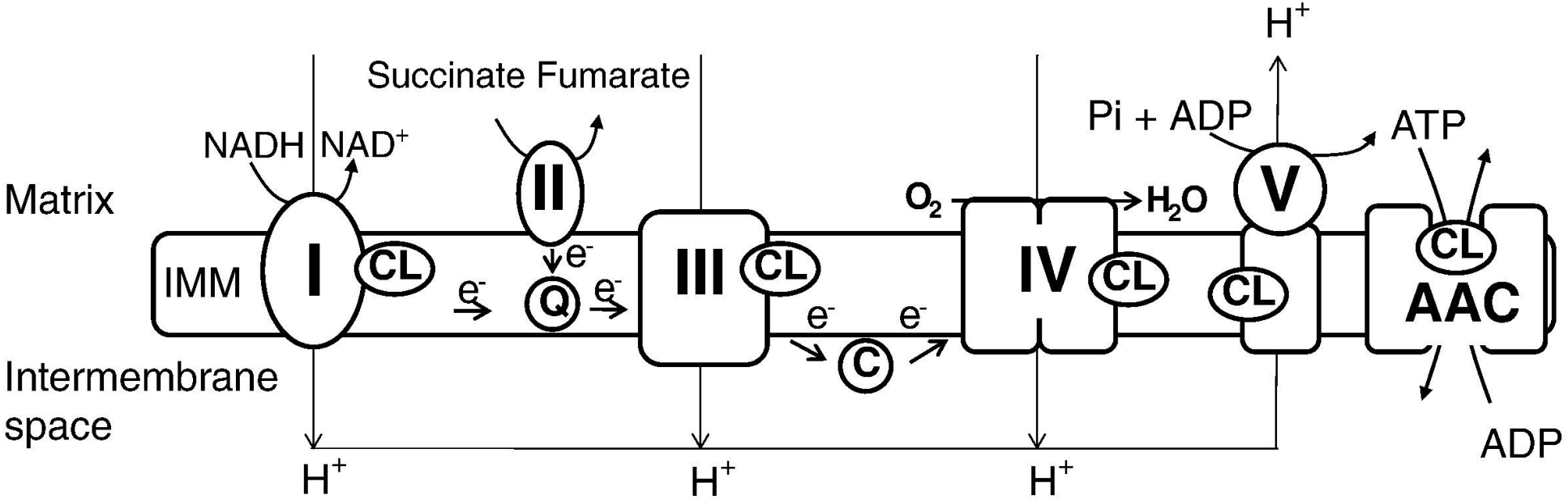


Figure 2. (a) Schematic representation of a chloroplast, where the flattened thylakoids are stacked into grana. (b) Spatial distribution of complexes embedded in the thylakoid membrane.

Митохондрии



кардиолипин



Взаимодействие кардиолипина с окислительными комплексами фосфорилирования (Paradies et.al.,2004)