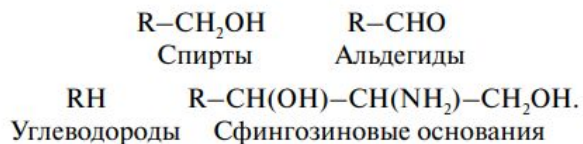


# Липиды

**прост**



Жирные кислоты

**нейтральн**



Церамиды



**сложны**  
**е**

**ОКСИЛИПИН**  
**Ы**

**полярн**  
**ые**

**фосфо**липиды

гликолипиды

На основе глицерина  
глицерофосфолипиды

На основе глицерина  
глицерогликолипиды

На основе сфингозина  
фосфосфинголипиды

На основе сфингозина  
гликосфинголипиды

последний С-атом цепи ("ω")



**Эйкозапентаеновая кислота**  
(ЭПК, c20:5 ω-3)

Молекулу, имеющую только одинарные связи углерод-углерод, называют «насыщенной»

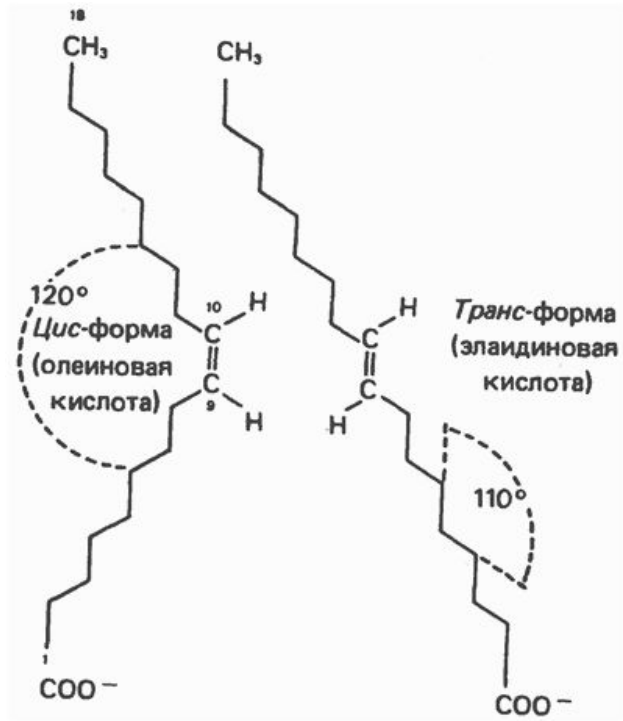
Двойные связи известны также как «ненасыщенные связи»

**ОМЕГА-3 - многократно ненасыщенные жирные кислоты**



**Докозагексаеновая кислота**  
(ДГК, c22:6 ω-3)

**омега-3 ПНЖК**

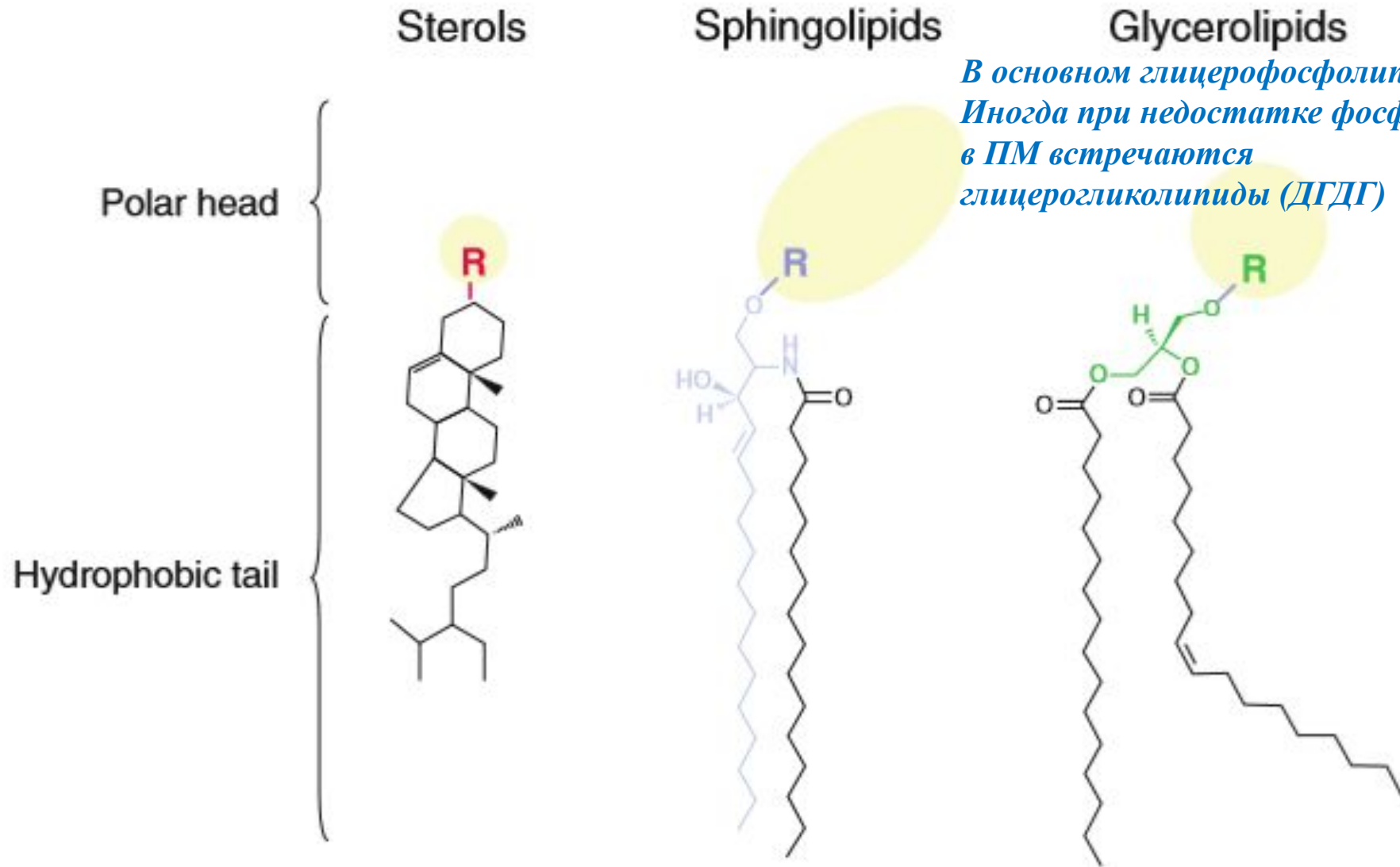


# Основные классы липидов плазматической мембраны (ПМ)

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

	<i>Vigna radiata</i> hypocotyl	<i>Secale cereale</i> leaves	<i>Secale cereale</i> leaves	<i>Avena sativa</i> coleoptyle	<i>Avena sativa</i> roots	Spring oat leaves	Winter oat leaves	<i>Hordeum vulgare</i> roots	<i>Zea mays</i> roots	<i>Arabidopsis thaliana</i> leaves	<i>Solanum tuberosum</i> 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



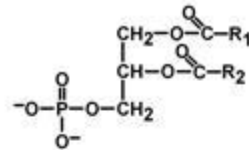
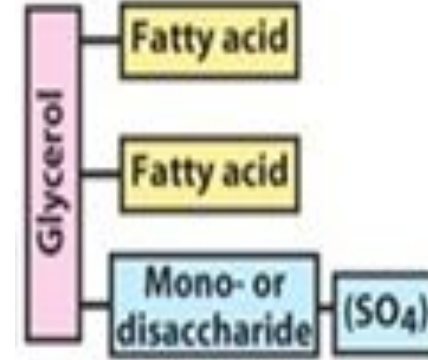
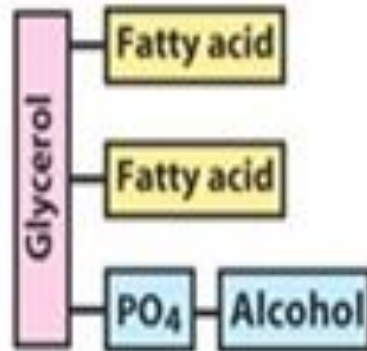
**Основные классы липидов плазматической мембраны (ПМ)**

# Глицеролипиды

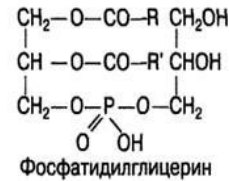
глицерофосфолипиды

ПМ

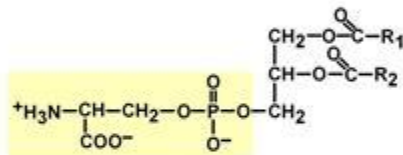
глицерогликолипиды



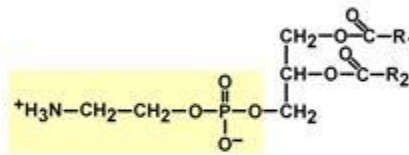
Строение фосфатидной кислоты



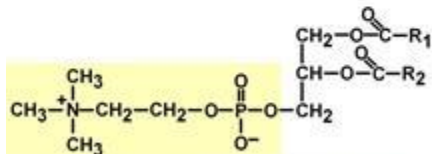
Фосфатидилглицерин



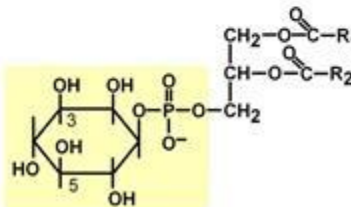
Фосфатидилсерин



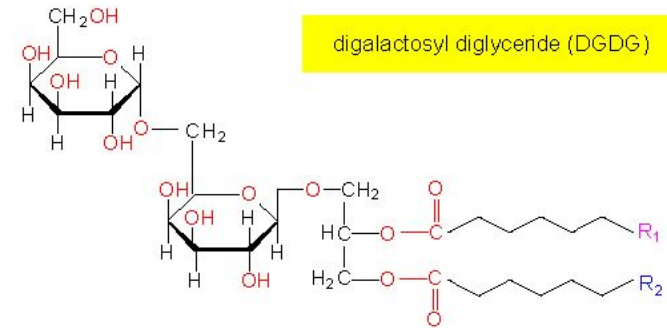
Фосфатидилэтаноламин



Фосфатидилхолин

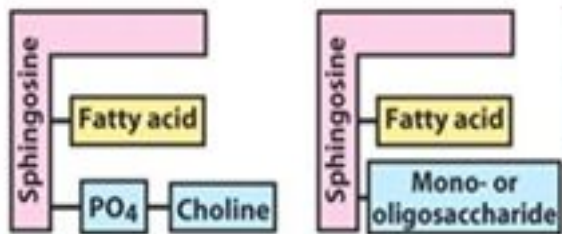
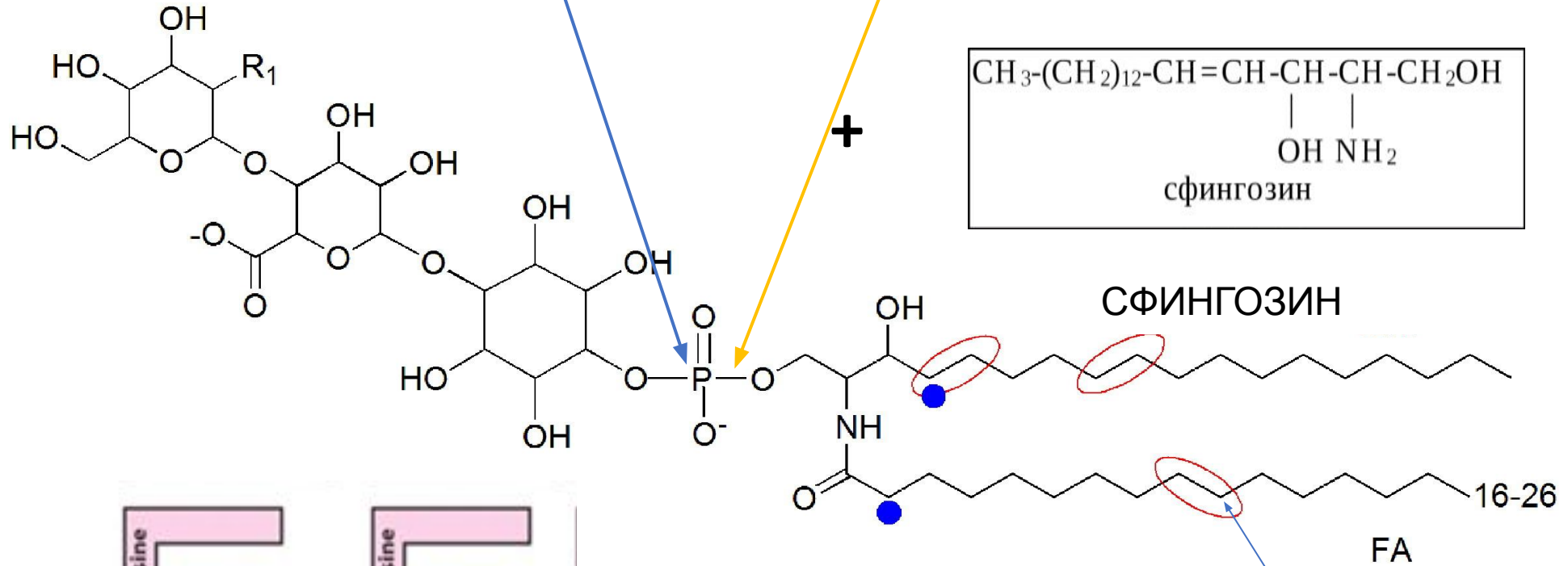


Фосфатидилинозитол



# Сфинголипиды

Гликосфинголипиды и фосфосфинголипиды

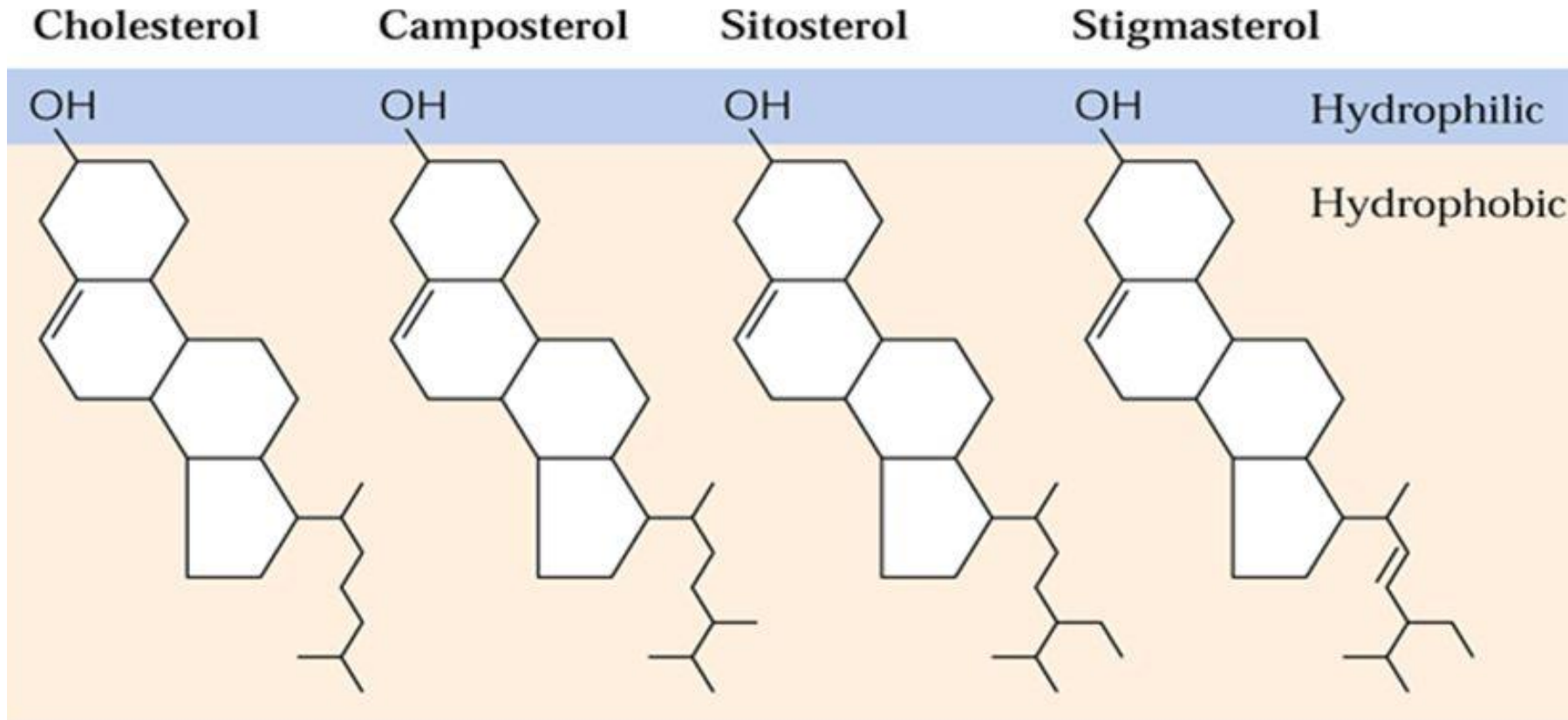


гидроксилирование

десатурация

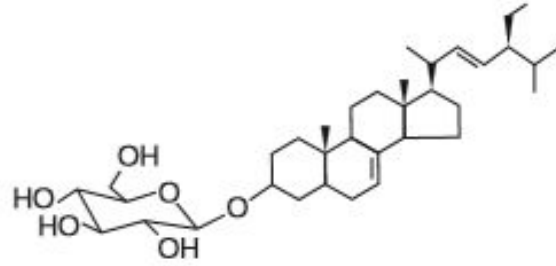
[Louise V. Michaelson et al., 2016](#)

# Стерин ы

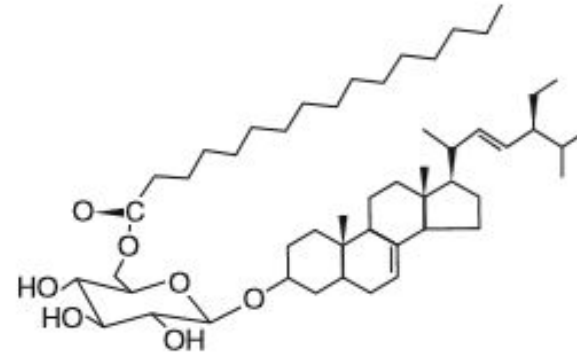


# Стерин ы

F. Furt et al.



Steryl Glucoside  
(SG)



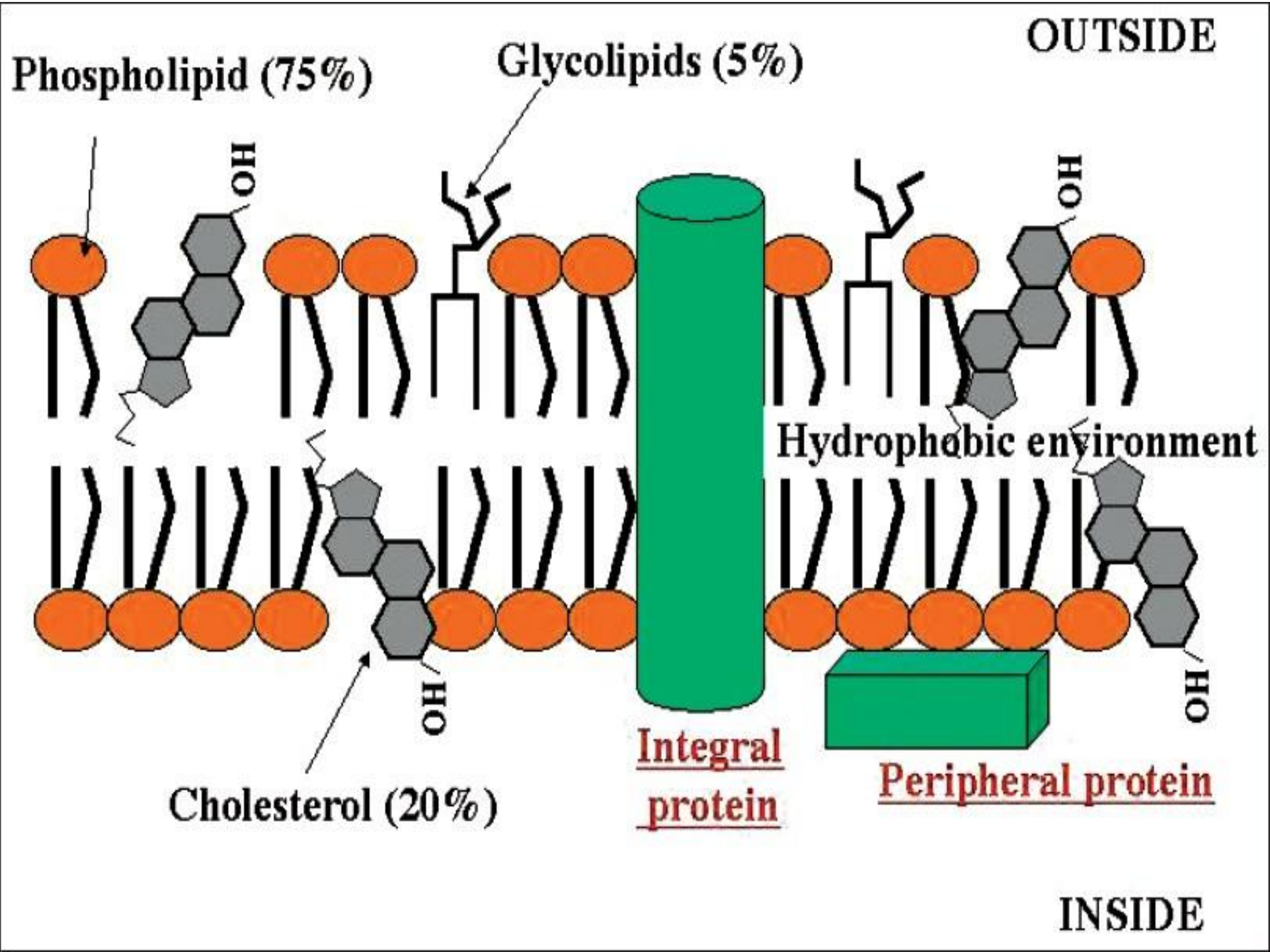
Acylated Steryl Glucoside  
(ASG)

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

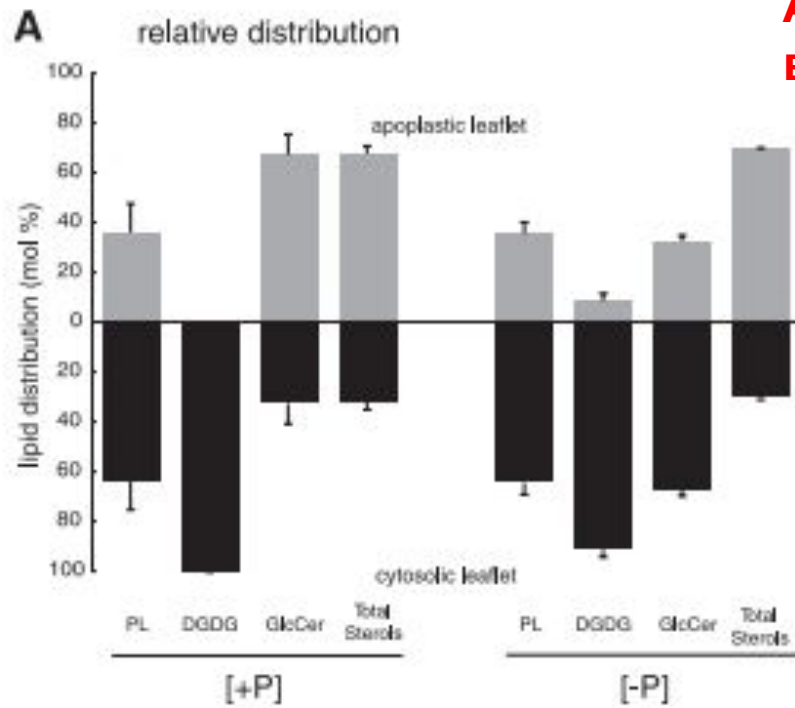
	<i>Vigna radiata</i> hypocotyle	Seigle leaves	Seigle leaves	Oat coleoptyle	Oat roots	Oat roots	Spring oat leaves	Winter oat leaves	<i>Zea mays</i> coleoptyles
Free sterols	91.2	62.8	81.8	60.2	62	73.5	20.3	26.1	89
SG	5.3	29	12	22.7	26.7	1	13.6	9.5	3
ASG	3.5	8.2	6.2	17.1	11.3	26.6	66.1	64.4	8
Esterified 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





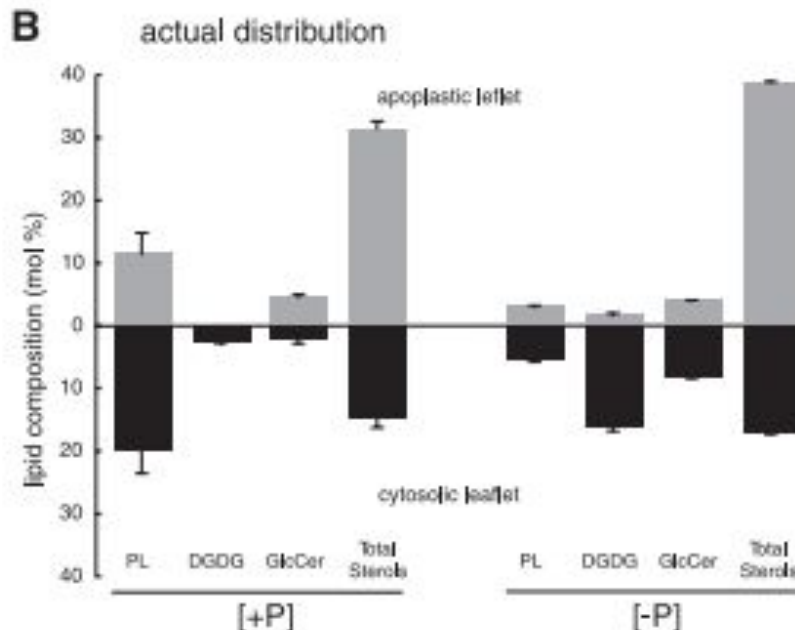
## Асимметричное распределение липидов в ПМ



Распределения классов липидов в ПМ овса, культивируемого с (+[P]) или без (-[P]) фосфата, в цитозольном (черные столбики, ниже оси x) и апопластическом монослоях (серые столбики, 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.

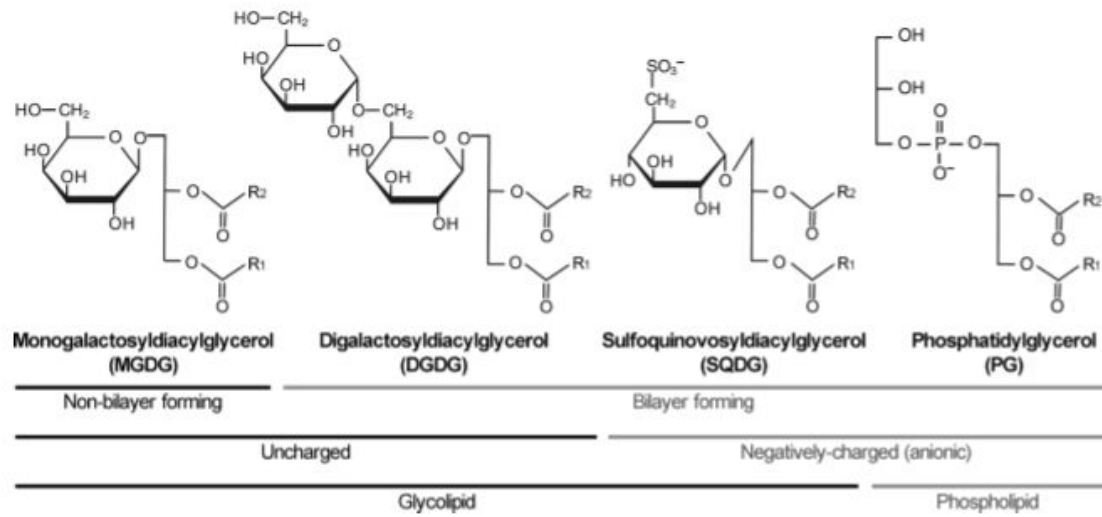
Lipids	Plasma Membranes	Tonoplasts
	<i>mol %</i>	
Phospholipids		
PI	2.6	5.7
PS	1.5	2.2
PC	16.0	23.7
PE	18.6	16.0
PG	2.2	2.3
PA	8.0	1.1
Subtotal	48.9	51.0
Sterols		
Free sterols	39.5	18.2
Acylated sterylglycoside	1.5	7.4
Sterylglycoside	2.3	2.3
Subtotal	43.3	27.9
CMH	6.8	16.6
Monogalactosyldiglyceride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

<sup>3</sup> 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.

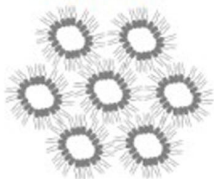
# Мембрана хлоропластов

J Plant Res (2016) 129:565–580

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

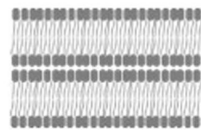


Non-bilayer-forming



**HII**

Bilayer-forming



**Lamellar**

Chemical Reviews

Review

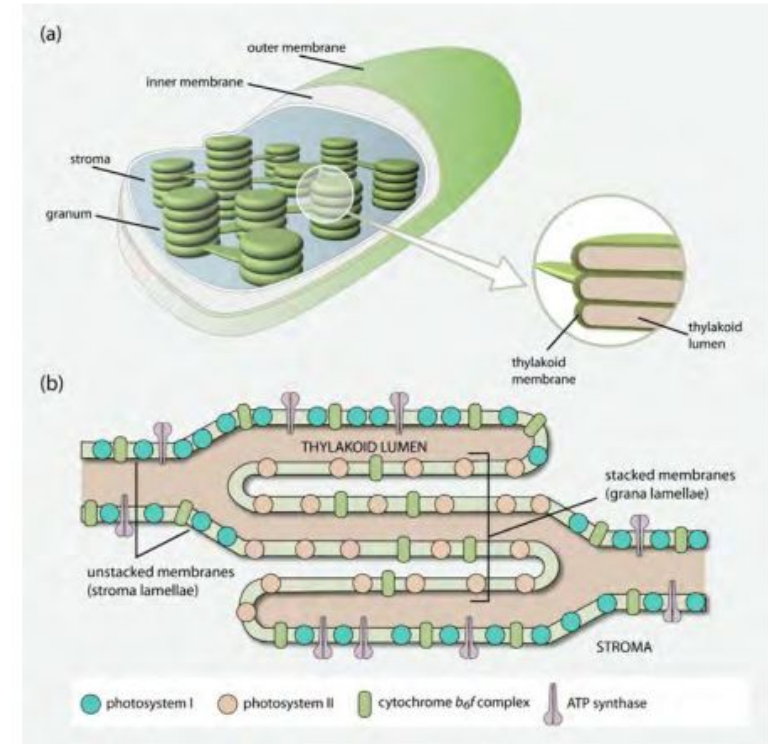
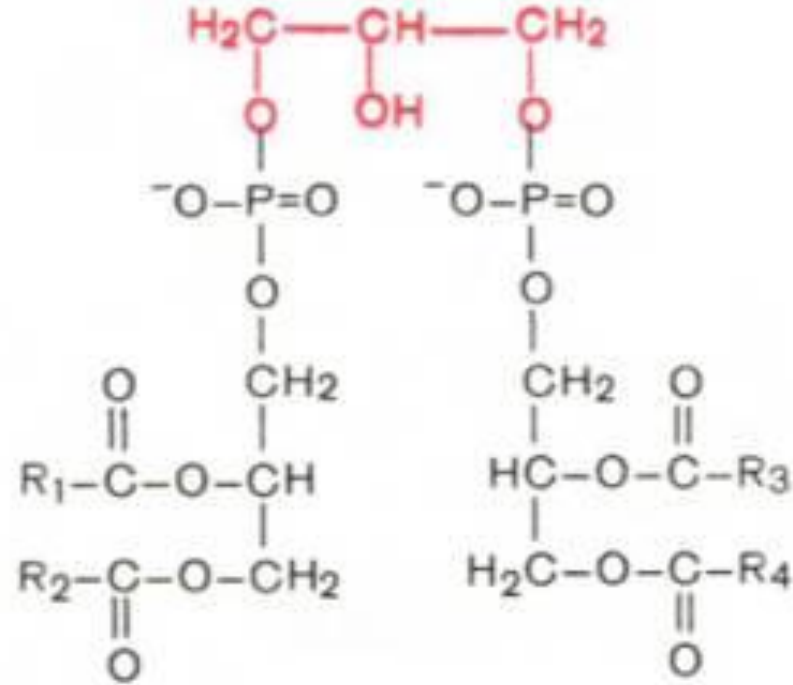
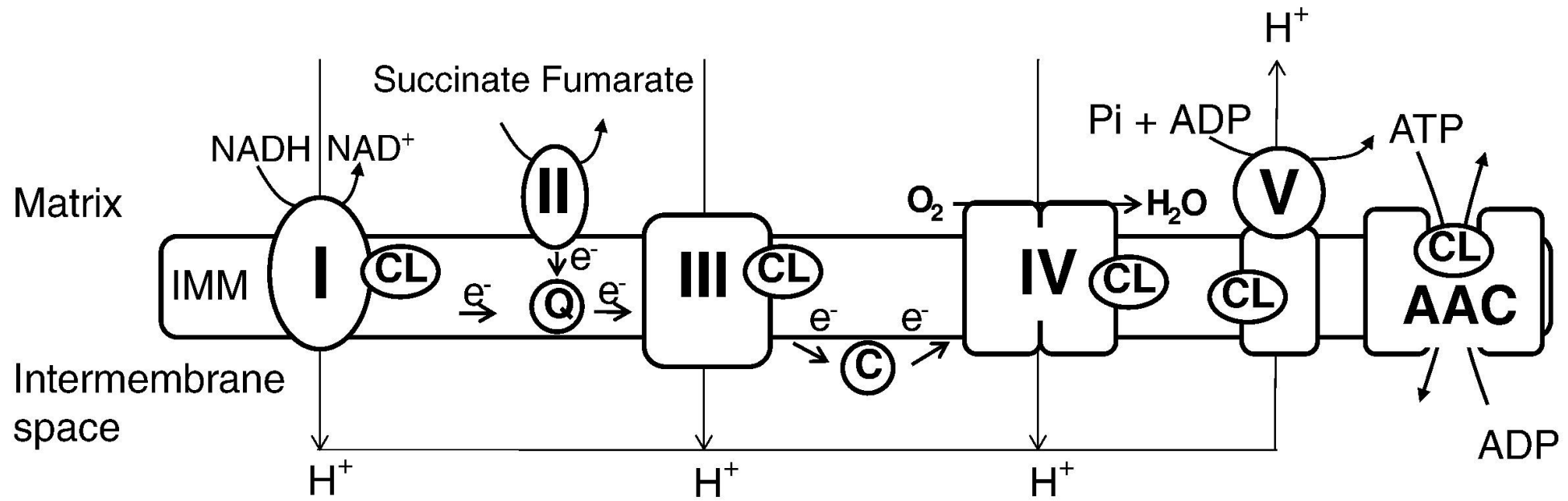


Figure 2. (a) Schematic representation of a chloroplast, where the flattened thylakoids are stacked into grana. (b) Spatial distribution of complexes embedded in the thylakoid membrane.



кардиолипины



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