Занятие 10 . Анализ распределения пигментов среди эукариотнных фотосинтетиков разных классов

Каротиноиды встречаются в хлоропластах всех зеленых растений. Помимо функции "светонакопителей" они также предохраняют хлорофилл от окисления кислородом. Большинство *ксантофиллов* (производное от каротиноидов) - "светонакопителями" быть не могут. Скорее всего, они защищают хлорофилл от окисления, но возможно играют какую-либо регуляторную роль в процессе фотосинтеза. Особое значение при обсуждении таксономической ценности пигментов имеет открытие светозависимого обратимого процесса взаимопревращения ксантофиллов. Различные ксантофиллы встречаются в определенных группах водорослей комплексно, так, например, зеаксантин-антераксантин-виолаксантин у хлорофитов или диатоксантин-диадиноксантин у динофитов. В зависимости от освещения, преобладают те или иные элементы комплекса.

При осторожной интерпретации можно различить 6 пигментных групп:

1). Фикобилин-лютеиновая группа (PL-группа). Известна для красных водорослей: хлорофилл *a* или *a* и *d,* C- и R-фикобилины, ведущий ксантофилл - лютеин, ксантофилльных циклов нет.

2). Фикобилин-аллоксантиновая группа (PA-группа). Известна для криптофитов: хлорофиллы *a, c*, Cr-фикобилин, ксантофиллы представлены алкинкаротиноидами, ксантофилльных циклов нет.

3). Фукоксантиновая группа. Ведущий ксантофилл - фукоксантин, хлорофиллы a (+c), β–каротин. Существует в двух модификациях:

а) Фукоксантин-VAZ - группа (FVAZ-группа). У бурых и некоторых золотистых водорослей: ксантофилльный цикл - виолаксантин-антераксантин-зеаксантин.

б) Фукоксантин-DD-группа (FDD-группа). У гаптофитов, диатомей и в виде исключения у перидиней (ведущий ксантофилл - перидинин): ксантофилльный цикл - диадиноксантин-диатоксантин.

4. Вошериоксантиновая группа (V-группа). Ведущий ксантофилл - вошериоксантин. . Существует в двух модификациях:

а) Вошериоксантин-VAZ-группа. У эустигматофитов: ксантофилльный цикл - виолаксантин-антераксантин-зеаксантин.

б) Вошериоксантин-DD-группа. У ксантофитов и ботридиофитов: ксантофилльный цикл - диадиноксантин-диатоксантин.

5). Диддиноксантиновая группа (D-группа). Встречается только у эвгленофитов: хлорофиллы a и b, ксантофилльный цикл - диадиноксантин-диатоксантин.

6). Лютеиновая группа (L-группа). Встречается только у хлорофитов: хлорофиллы a и b, ксантофилльный цикл - виолаксантин-антераксантин-зеаксантин.

Таблица 1. Состав пигментов основных групп фотосинтетиков. В квадратных скобках - пигменты, которые имеют не все члены группы.

	Crysophycea	Haptophyceae	Bacillariophyta	Phaeophyta	Xantophycea	Botrydiophycea	Vaucheriophycea	Eustigmato-phycea	Chloromonado-phycea	Dinophyta	Cryptophyta	Rhodophyta	Euglenoophyta	Chloriophyta b Zygophita	Charophyta
chlorophyll a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
chlorophyll b													+	+	+
chlorophyll c			+	+			+			+	+				
chlorophyll d												[+]			
chlorophyll e					[+]										
phycobiline															
R-phycoerythrin												+			
R-phycocyan												+			
C-phycocyan												+			
allophycocyan												+			
Cr-(Hr-)phycocyan											+				
Cr-phycoerythrin											+				
carotine															
a-carotine											+	[+]		[+]	[+]
b-carotine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
y-carotine										[+]			[+]	[+]	+
e-carotine			[+]	+	[+]	[+]					[+]				
lycopin															+
xanthophyll e															
neoxanthin	+		[+]		+	+	+	+				+	+	+	+
lutein												[+]		+	+
violaxanthin	+			+				+						+	+
antheraxanthin	+			+				+				+		+	+
zeaxanthin	+			+				+				+		+	+
fucoxanthin	+	+	+	+											
vaucheriaxathin					+	+	+	+							
heteroxanthin					+	+	+								
diadinoxanthin		+	+		+	+	+			+			+		
diatoxanthin		+	+		+	+	+			+			+		
peridinin										+					
dinoxanthin										+					
pyrrhoxanthin										+					
alloxanthin											+				
crocoxanthin											+				
monadoxanthin											+				
crypoxanthin	+						+					+	[+]	[+]	
siphonaxanthin														[+]	
micronon														[+]	

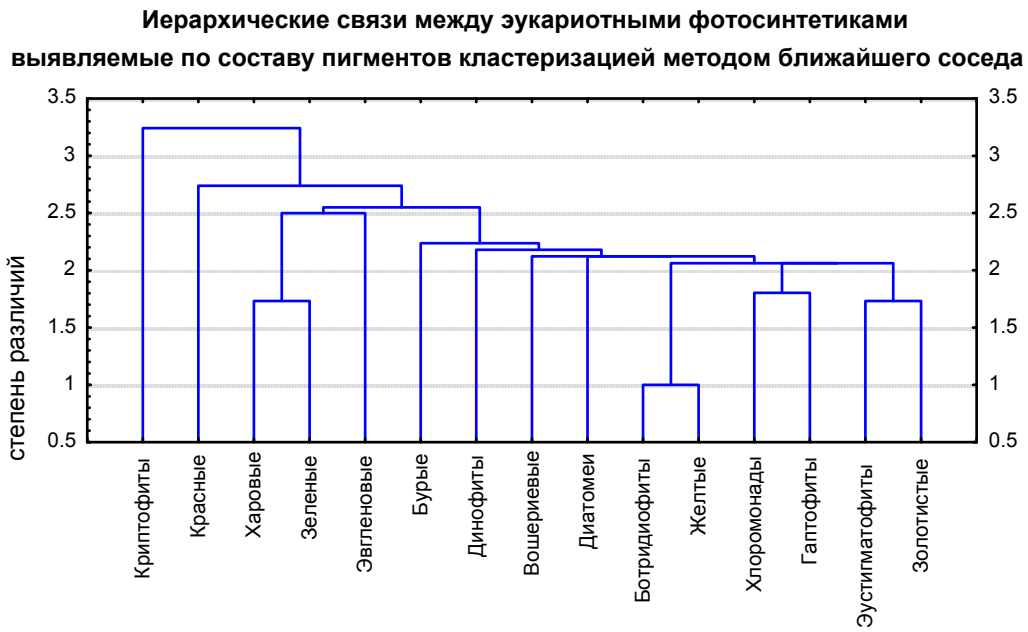
Данные по составу пигментов приведены в табл. 1. Эту таблицу можно сделать достаточно наглядной. Допустим, что таксономическая значимость (вес) ксантофиллов равен одной единице, хлорофиллов - 2, ксантофилльных циклов - 1,5; в том случае, когда признак имеется не у всех членов группы, а только у части, то его вес делим на 2. Если заменить крестики в таблице со-

ответствующими цифрами, то количественное различие - ("эвклидово расстояние между группами") можно выразить графически с помощью метода многомерного шкалирования или сгруппировать их по сходству методом кластерного анализа.

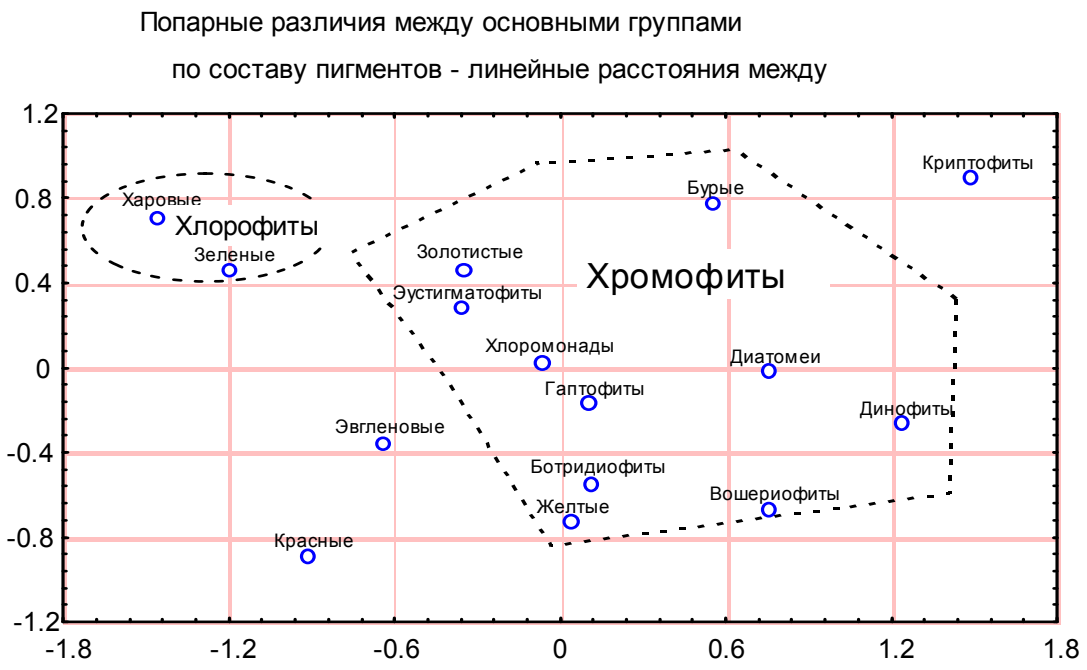
Оказывается, что с при довольно простых допущениях (произволен выбор "весов" признаков), только на основе состава пигментов естественным путем получается структура таксонов, очень близкая к системе Пашера. Однако "систематические веса" разных хлорофиллов могут быть различны. Хлорофилл *b* образуется из хлорофилла *a* путем локальной перестройки, а хлорофилл *c* - выпадением участка молекулы хлорофилла *a*.

Задание 1. Занесите данные таблицы 1 в электронную таблицу программы STATISTICA.6, заменив крестики цифрами, а пустые ячейки – нулями. В Верхнем меню выберите опции Statistics – Multivariate Exploratory Techniques – Cluster Analysis и, в появившемся оконце - Joining (tree clusters). В открывшемся диалоговом окне в окошке Variables выделите все названия классов. Получите несколько вариантов кластеризации, варьируя методы в окошке Amalgamatican (linkage)

Граф. 1. Результат, полученный методом кластерного анализа.



Задание 2. Сохраните матрицу попарных дистанций, полученную в ходе кластерного анализа, как отдельный файл, щёлкнув по опции Matrix в окне Joining Resalts. Перейдике к работе с модулем многомерного шкалирования (Statistics – Multivariate Exploratory Techniques – Multidimensional Scaling). В появившемся диалоговом окне в окошке Variables выделите все названия классов. Русифицируйте график и с помощью встренного графического редактора отметьте границы таксонов. Результат может выглядеть так.



Граф. . Результат, полученный методом многомерного шкалирования

Задание 3. Сделайте вывод о естественности полученных группировок