

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БИОГЕОЦЕНОЗОВ И БИОГИДРОЦЕНОЗОВ

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

Обсуждаются результаты сравнительного анализа структурных, структурно-динамических и функциональных элементов организации биогеоценозов и биогидроценозов. Выявлено соотношение между биоморфами и экологическими группами эмбриофитов в наземных и альгофитов в водных биоценозах. Установлены причины различий в структуре и функционировании биогео- и биогидроценоза на уровне биогеоценологических горизонтов и консорциев. Определено новое направление биогеоценологических исследований – консортивная индикация.

Ключевые слова: биогеоценоз, биогидроценоз, биогеоценологический горизонт, консорция.

В. В. Никифоров

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ БІОГЕОЦЕНОЗІВ І БІОГІДРОЦЕНОЗІВ

Обговорюються результати порівняльного аналізу структурних, структурно-динамічних і функціональних елементів організації біогеоценозів і біогідроценозів. Виявлено співвідношення між біоморфами та екологічними групами ембріофітів у наземних і альгофітів у водних біоценозах. Установлено причини розбіжностей у структурі та функціонуванні біогео- і біогідроценозів на рівні біогеоценологічних горизонтів і консорцій. Визначено новий напрямок біогеоценологічних досліджень – консортивна індикація.

Ключові слова: біогеоценоз, біогідроценоз, біогеоценологічний горизонт, консорція.

V. V. Nykyforov

Mikhailo Ostrogradskiy National University of Kremenchuk

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ORGANIZATION BIOGEOCENOSES AND BIOHYDROCENOSES

The results of a comparative analysis of structural, structural-dynamic and functional elements of the biogeocenoses and biohydrocenoses organization are discussed. The relationship between ecological groups and biomorphs of embriophytes in terrestrial and algophytes in aquatic biocenoses is revealed. The causes of differences in the structure and functioning of the biogeo- and biohydrocenoses at the level of biogeocenotic horizons and consortium are determined. A new direction of biogeocenotic research – consortic indication – is based.

Keywords: biogeocenose, biohydrocenose, biogeocenotic horizon, consortium.

К сожалению, в результате необоснованной в большинстве случаев «экологизации» многих естественных наук и разнообразных сфер жизнедеятельности человека, начиная со второй половины 20 века, стали неоправданно забываться фундаментальные для биогеоценологии работы В. В. Докучаева, Г. Ф. Морозова, развитая В. И. Вернадским концепция биосферы, труды основоположника биогеоценологии – В. Н. Сукачева – и его ревностных последователей: Ю. П. Бялловича, Н. В. Дылиса, Г. Н. Высоцкого, В. В. Мазинга, А. Л. Бельгарда. За рубежом биогеоценологию рассматривают как раздел экологии, что вполне справедливо с точностью до наоборот!

Настоящая работа призвана, по мере возможности, восстановить справедливость. Ее целью является проведение сравнительного анализа структурно-функциональной организации биогеоценозов и биогидроценозов – биокосных систем, являющихся объединяющим звеном между биогеоценологическими горизонтами и консорциями.

В. Н. Сукачев (1964) различал среди естественных биогеоценозов *полночленные*, состоящие из полного набора биогеоценологических компонентов (атмо-, лито-, педо-, фито-, зоо- и микробосфера), и *неполночленные*, с обедненной структурой и упрощенным метаболизмом. Они закономерны для водного сектора биосферы, где отсутствует почва и воздух (биогидроценозы), но встречаются и на суше, где отсутствует только почва (прибрежноводные и торфяноболотные биогеоценозы). Последние, на наш взгляд, представляют собой промежуточные (переходные) формы между биогео- и биогидроценозами, специфические земноводные амфиценозы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Несомненно, в структуре биогеоценоза и биогидроценоза существует несколько принципиальных отличий. Обусловлены они рядом причин. Во-первых, высокой плотностью средообразующего фактора (вода в 775 раз превышает воздух по плотности). Во-вторых, отсутствием в биогидроценозах эдафических факторов, поскольку донные грунты значительно отличаются от почвы по структурно-механическим, физико-химическим и биологическим свойствам (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ структурных элементов биогео- и биогидроценозов

Биогеоценозы	Биогидроценозы
средообразующие экотопы: атмотоп и эдафотоп	средообразующие экотопы: гидротоп и бентотоп
руководящий режим: гидротермический	руководящий режим: фототермический
биогенные (опосредованные) контакты света, воды и воздуха с литосферой	биогенные (опосредованные) контакты света и воды с литосферой
наличие внутреннего климата	отсутствует
отчуждение вещества и энергии из годовых биокруговоротов (аккумуляция в фитомассе); сложный метаболизм	Отсутствует; вещество и энергия равномерно рассеяны по гидротопу; упрощенный метаболизм
преобладание в лесных биогеоценозах надземных запасов органики над подземными в 3–4 раза; в степных и пустынных биогеоценозах преобладание подземных – в 2 и 3 раза соответственно	отсутствует
подвижность почвенных растворов и вынос растворимых элементов за пределы биогеоценоза	отсутствует
доминирование в почве процессов аммонификации	доминирование в воде процессов нитрификации
замедленная деструкция органики (образование подстилки)	замедленная деструкция органики (образование иловых отложений)
специфическое соотношение между жизненной формой и экологическими группами высших растений (табл. 2)	специфическое соотношение между типом таллома и экологическими группами водорослей (табл. 3)

Принципиальное различие в механизмах функционирования биоценозов в наземных и водных условиях заключается в особенностях их структурной организации, обусловленных разными режимами абиотических факторов. Если в формировании структуры биогеоценозов приоритетной является гидротермическая пара, то в биогидроценозах руководящую роль играет фототермический режим. Разница между режимами ведущих абиотических факторов, в свою очередь, определяется средообразующими экотопами: в наземных биокосных системах – атмо- и эдафотоп, в водных – гидро- и бентотоп, в первую очередь их физико-химической спецификой (табл. 1).

Существенный отпечаток на структуру фитоценоза в водных условиях накладывают альгофиты, зачастую преобладающие над высшими растениями по биопродукционному и другим характеристикам, особенно на глубинах. Тем не менее,

в условиях биогидроценоза, как и биогеоценоза, определяющим (лимитирующим) абиотическим фактором является интенсивность светового потока, который формирует вертикальную структуру, хотя ярусность плохо выражена даже у высших гидрофитов на мелководьях.

Зато наблюдается дифференциация жизненных форм микроводорослей по экологическим группам в зависимости от занимаемого экотопа. При этом существует определённая связь между экологическими группами водорослей и типом морфологической структуры их таллома (биоморфы) (табл. 3). Специфическим соотношением между биоморфой и экологическими группами обладает и биогеоценоз (табл. 2). Однако, ничего общего между этими соотношениями в биогидро- и биогеоценозе нет.

Таблица 2

Соотношение между жизненной формой и экологическими группами высших растений в биогеоценозах

Биоморфа высших растений \ Экологическая группа	Терофиты	Криптофиты	Гемикрипто-фиты	Хамефиты	Фанерофиты
Гигрофиты	-	+	-	-	+
Мезофиты	-	+	+	+	+
Ксерофиты	+	+	+	+	+

Таблица 3

Соотношение между типом таллома и экологическими группами водорослей в биогидроценозах

Биоморфа водорослей \ Экологическая группа	Пальмеллоидные	Монадные	Нитчатые	Коккоидные	Амебoidные	Пластинчатые	Сифональные
Фитопланктон	+	+	+	+	+	-	-
Перифитон	-	-	+	+	+	+	+
Фитобентос	-	-	-	+	+	+	+

Важнейшими абиотическими факторами, определяющими структуру биогидроценозов, которые отсутствуют в наземных (сухопутных) условиях, являются температурная стратификация, течение воды, её вертикальная и горизонтальная турбулентность, химизм (особенно газовый режим, pH и минерализация), прозрачность (мутность), перемещение различных растворов и взвешенных веществ, миграция множества видов фито- и зоопланктона, обуславливающие функционирование поточных, полупоточных и непоточных биогеогеографических горизонтов, а также формирование косных и биогенных радиалей и латералей между ними в соответствии с учением Ю. П. Бялловича (1960) о биогеоценологических горизонтах (табл. 4).

С другой стороны, функциональная организация биогидроценозов обладает некоторым сходством с таковой в биогеоценозах, поскольку определяется разнообразием трофических и топических взаимоотношений между детерминантами и консортами. Именно консорции, на наш взгляд, обеспечивают переход основных

звеньев круговоротов веществ и энергии – латералей и радиалей друг в друга в определенных биогеоценологических массах.

Таблица 4

Сравнительный анализ структурно-динамических элементов биогео- и биогидроценозов

	Биогеоценозы	Биогидроценозы
Биогеоценологические горизонты	<i>поточные</i>	
	отсутствуют	морские, озерные, речные, иловые (бентосные), подземные воды и др.
	<i>полупоточные</i>	
	отсутствуют	прибрежноводные и торфяноболотные
	<i>непоточные</i>	
	почвенные и грунтовые	донные
Радиали (косные и биогенные)	доминируют биогенные радиали	доминируют косные радиали
Биогеоценологические массы	депонирование в атмосфере (сильваценозы) и эдафотопе (гербаценозы)	равномерно рассеяны по гидротопу и депонированы в бентотопе
Латерали (в поточных и полупоточных горизонтах)	отсутствуют	сотни латералей воды, различных растворов и взвешенных веществ, множества видов планктона, различных видов энергии

На наш взгляд, в рекомендациях В. В. Мазинга по изучению консорциев (1976) кроются перспективы новых и интересных научных исследований в этом направлении. Например, количественные данные *синтетических пирамид*, отражающие на уровне консорциев динамику числа особей, их биомассы и энергоматериального баланса по разным трофическим направлениям. Другим благодатным полем для научных исследований представляется *консортивная индикация*, позволяющая перейти от использования в качестве отдельных особей-биомониторов на новый качественный уровень – одновременное использование если не всех консорциев, то минимум четырех – типичных представителей каждого трофического уровня в пределах консорциев (например, для индикации качества воды в биогидроценозах: детерминант (водоросли), консорт-1 (ракообразные), консорт-2 (рыбы), консорт-3 (деструктор) (водные грибы).

Тем не менее, существует несколько специфических особенностей в функционировании водных консорциев, к числу которых следует отнести: а) мобильность редуцентов (оомицетов, гифомицетов, актиномицетов и бактерий), которые равномерно распределены по всему гидротопу, но депонируются, главным образом, в бентотопе (верхних слоях грунта); б) подвижность некоторых фототрофных продуцентов (монадных альгофитов и факультативных планктеров); в) широкое распространение миксотрофизма (цианобактерии, эвгленовые и золотистые водоросли и др. Сравнима также роль беспозвоночных (преимущественно фитофагов) и позвоночных (главным образом зоофагов и миксофагов) консорциев в наземных и водных экосистемах с точки зрения биоразнообразия (табл. 5).

Таблица 5

Функциональные элементы биогео- и биогидроценозов

Биогеоценозы	Биогидроценозы
1	2
монодетерминантные консорциев (эдификаторные, первичные)	полидетерминантные консорциев (несколько десятков видов альгофитов)
низкий КПД фотосинтеза	КПД фотосинтеза низших растений в 200 раз больше, чем у высших наземных

1	2
стационарность детерминантов и деструкторов	мобильность детерминантов и деструкторов
низшие гетеротрофные консорты выполняют функцию половой репродукции, а высшие – распространения диаспор детерминантов	размножение и распространение детерминантов происходит самостоятельно
доминируют меро- и холоконсорции, сапроконсорции являются второстепенными	разнообразие холо- и сапроконсорций сбалансировано, мероконсорции отсутствуют
представлены все уровни организации консорций от индивидуальных до секционных (родовых)	доминируют клональные консорции вследствие преобладания у детерминантов и консортов 1 порядка вегетативного и бесполого размножения; содоминируют родовые консорции; региональные и видовые консорции монотипичны, поскольку альгофлора носит интразональный характер

На наш взгляд, различия в процессах энергопластической трансформации в воде и на суше можно объяснить существенной разницей между детерминантами консорций в водных и сухопутных биоценозах. В более древних по происхождению биогидроценозах (первичных – морских и вторичных – пресноводных) детерминантом является многовидовой (иногда до 100 и более видов) и полифилитический комплекс низших фотосинтезирующих, главным образом планктонных организмов – водорослей, фитомасса которых не превышает 3 % (зоомасса гетеротрофного блока в гидроконсорциях составляет 90 %). Обратная картина наблюдается в сиваценозах, где детерминантом является, как правило, один вид – фанерофит (в монодоминантных ценозах) или несколько видов в гербаценозах с разным уровнем организации автотрофного блока, основные энергозапасы которого сосредоточены в эдафотопе. В любом случае зоомасса наземных биогеоценозов не превышает 1–2 % их совокупной биомассы (табл. 5).

ВЫВОДЫ

Таким образом, около 90 % органической массы биосферы составляют наземные растения, остальная часть приходится на водную растительность и гетеротрофные организмы. Для морских экосистем и крупных внутренних водоемов характерна небольшая биомасса, представленная в пелагиали главным образом фитопланктоном. Биомасса планктонных и бентосных животных в несколько раз выше. На больших глубинах их биомасса незначительна. Общая биомасса животных Мирового океана составляет $6 \cdot 10^9$ т, что в 20 раз больше биомассы всех водных растений. Среди гетеротрофных наземных организмов наиболее высокой биомассой характеризуются почвенные микроорганизмы. Биомасса беспозвоночных животных эдафотопы, главным образом дождевых червей может достигать 4 т/га. Средняя суммарная биомасса теплокровных позвоночных гораздо меньше – до 0,015 т/га.

В этой связи, принципиальное различие в структурно-функциональной организации биогео- и биогидроценозов, по-видимому, обусловлено еще одной причиной – древностью последних: структурирование водных пракоконсорций началось по крайней мере на 2,5 млрд. лет раньше наземных (абсолютный возраст первых цианей около 3 млрд. лет; заселение суши риниофитами произошло в конце силура – 400 ± 10 млн. лет назад). Этот тезис доказывает первичность неполночленных биогеоценозов (биогидроценозов) в эволюции биосферы.

Кроме этого, в результате эволюционного господства в современных сухопутных биогеоценозах цветковых растений основные функции консументов в них связаны с осуществлением половой репродукции автотрофов (низшие гетеротрофы, главным образом насекомые) или с распространением диаспор (высшие

гетеротрофы). Водоросли в таких «услугах» не нуждаются, вследствие чего низшие (беспозвоночные) и высшие (позвоночные) гетеротрофы – гидробионты (консорты) выполняют специфическую функцию – равномерное, диффузное рассредоточение энергозапасов в водной среде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бяллович Ю. П. Биогенотические горизонты / Ю. П. Бяллович // Труды Московского общества испытателей природы. – М., 1960. – Т. III. – С. 43-60.

Мазинг В. В. Проблемы изучения консорций / В. В. Мазинг // Материалы II Всесоюзного совещания по проблеме изучения консорций «Значение консортивных связей в организации биогенотозов» (Пермь, 4-8 февраля 1975 г.). – Пермь, 1976. – С. 18-25.

Сукачев В. Н. Построение классификации лесных биогенотозов / В. Н. Сукачев // Основы лесной биогенотологии (под ред. В. Н. Сукачева и Н. В. Дылиса). – М. : Наука, 1964. – С. 487-500.

Надійшла до редколегії 15.03.11