

ПРЕС. 1981

ПРОВ 98

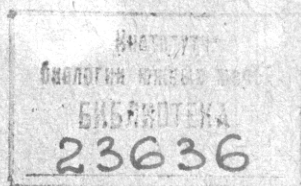
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО
ОДЕССКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

БИОЛОГИЯ МОРЯ

(Вып. 22)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ
МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ — 1971

S l o b o d k i n L.B., R i c h m a n S. Calories /gr in species of Animal. - Nature, 191, 4785, 1961.

C o r n e r E.D.S. On the nutrition and metabolism of zoo-plancton. - J. Mar. biol. Assoc. U.K., 41, I, 1961.

P a i n e R.T. Ash and caloric determination of sponge and epistobranch tissue. - Ecology, 40, 2, 1964.

ИЗМЕНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГИПОНЕЙСТОНА В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Э.Ф. Костылев

В силу периодической смены гидрологических условий приповерхностного слоя, а также особенностей биологических циклов его обитателей в развитии гипонейстонного комплекса организмов отмечается четкая сезонная динамика (Зайцев, 1964; Закутский, 1966). При этом изменяется не только видовой состав гипонейсто-на, но и количественные соотношения между отдельными видами и группами организмов, что влияет на биохимический состав гипо-нейсто-на в целом (Костылев, 1964-1967).

Гипонейстон как теплолюбивый комплекс достигает максималь-ного развития в теплое время года (Зайцев, 1964), поэтому объек-том нашего исследования явился летне-осенний гипонейстон севе-ро-западной части Черного моря. Материал и методика исследова-ний описывались нами ранее (Костылев, 1966, и др.).

Летние пробы гипонейсто-на состояли главным образом из мелких планктонных ракообразных (Cladocera, Copepoda и др.), их науплиальных и копепоидитных стадий, личинок донных беспозво-ночных, простейших, яиц рыб (хамсы, ставриды и др.). В осенних пробах яйца рыб исчезли. В конце лета в связи с окончанием ги-понейстонного периода жизни личинок многих ракообразных, мол-люсков и полихет численность их в осенних пробах значительно сократилась, возрос удельный вес фитоформ. В октябре отмечалось "цветение" воды, вызванное развитием диатомовых водорослей, что сказалось на составе тотальных проб.

С о д е р ж а н и е с у х и х в е щ е с т в в ги-понейстоне от лета к осени 1963 г. возрастало (см. табл. I).

Наименьшее содержание сухих веществ было в июльских про-бах гипонейсто-на, которые состояли главным образом из Clado-сера (отличающихся малым содержанием сухих веществ). В этом же месяце отмечается и минимальная для всего периода исследо-

Изменения биохимического состава гипонейстона
в летне-осенний период 1963 г.

№ пробы	Сухое вещество (в % сырого веса)	Состав сухого вещества (в %)				Состав органического вещества (в %)			Суммарная калорийность сухого вещества (в ккал/100г)
		Органические вещества (сумма)	Белковые вещества	Жиры	Углеводы	Белковые вещества	Жиры	Углеводы	

Июль

I	-	-	67,2	-	-	-	-	-	-
2	4,5	97,1	40,6	-	-	41,8	-	-	-
3	6,4	97,7	60,9	-	-	62,3	-	-	-
4	5,9	93,7	62,5	9,0	22,2	66,7	9,6	23,7	431
5	6,6	80,0	54,7	11,4	13,9	68,4	14,2	17,4	387

Среднее	5,9	92,1	57,2	-	-	59,8	-	-	-
---------	-----	------	------	---	---	------	---	---	---

Август

6	9,5	90,5	65,3	8,9	16,3	72,2	9,8	18,0	418
7	13,6	85,0	54,7	5,3	25,0	64,4	6,2	29,4	376
8	8,6	72,5	48,4	7,3	16,8	66,8	10,0	23,2	335
9	7,8	89,0	65,6	7,7	15,8	73,7	8,5	17,8	405
10	9,0	86,4	64,0	4,3	18,1	74,1	5,0	20,9	376
11	8,0	85,6	62,5	4,3	18,8	73,0	5,0	22,0	373

Среднее	9,4	84,8	60,1	6,3	18,5	70,7	7,4	21,9	380
---------	-----	------	------	-----	------	------	-----	------	-----

(продолжение)

№ проб	Сухое вещество (в % сырого веса)	Состав сухого вещества (в %)				Состав органического вещества (в %)			Суммарная калорийность сухого вещества (в ккал/100г)
		Органические вещества (сумма)	Белковые вещества	Жиры	Углеводы	Белковые вещества	Жиры	Углеводы	

Сентябрь

12	9,3	87,8	64,0	5,7	18,1	72,9	6,5	20,6	389
13	10,6	91,3	68,8	6,7	15,8	75,4	7,3	17,3	409
14	9,7	93,0	73,4	4,5	15,1	78,9	4,9	16,2	405
15	9,4	86,8	57,8	3,2	25,8	66,6	3,7	29,7	373
16	8,2	76,6	43,8	3,2	29,6	57,2	4,2	38,6	331

Среднее	9,4	87,1	61,6	4,7	20,9	70,2	5,3	24,5	381
---------	-----	------	------	-----	------	------	-----	------	-----

Октябрь

17	9,7	87,4	54,7	-	12,6	62,6	-	-	-
18	12,6	90,5	68,2	8,5	9,5	75,4	9,4	15,2	415
19	11,1	64,6	43,8	-	35,4	67,8	-	-	-
20	11,7	57,7	31,3	6,8	42,3	54,2	11,8	34,0	272
21	11,3	90,4	62,5	3,2	9,6	69,2	3,5	27,3	387

Среднее	11,3	78,1	52,1	6,1	21,9	65,8	8,2	25,5	358
---------	------	------	------	-----	------	------	-----	------	-----

Ноябрь

22	11,5	92,4	60,9	6,4	7,9	65,9	6,9	27,2	412
23	8,5	91,1	57,8	2,5	8,9	63,4	2,8	33,8	387
24	12,0	85,3	54,7	-	14,7	64,1	-	-	-

Среднее	10,7	89,6	57,8	-	10,4	64,5	-	-	-
---------	------	------	------	---	------	------	---	---	---

Примечание. (-) - не определено.

ваний величина содержания сухих веществ в гипонейстоне (4,5%) в пробе, состоящей в основном из *Gladocera*, яиц рыб и *N. miliaris*.

Августовский гипонейстон был представлен главным образом *Copepoda* и содержал обычно от 7,8 до 9,5% сухих веществ. Лишь в одном случае в пробе преобладали личинки *Lamellibranchiata*, а также *Copepoda*, отличающиеся высоким содержанием сухих веществ, чем объясняется содержание последних в количестве до 13,6% сырого веса пробы.

В сентябрьских пробах удельный вес *Copepoda* возрос. Соответственно увеличилось и содержание сухих веществ (в большинстве случаев оно составляло 9,3 – 10,6%). Максимальное для сентября содержание сухих веществ было обусловлено помимо значительного содержания в пробе *Copepoda* еще и примесью *Sagitta* (Кизеветтер, 1954; Виноградова и др., 1962).

В октябре среднемесячное содержание сухих веществ было наивысшим – 11,3%, что объясняется еще большим увеличением удельного веса *Copepoda* в пробах и появлением в них фитоформ. Таково в основном содержание сухих веществ и в ноябрьском гипонейстоне.

Содержание органических веществ (сумма) в сухом веществе гипонейстона от июля к августу снижалось: с 97,7% (максимальное в июле) до 72,5% (в середине августа), затем постепенно повышалось, достигая к середине сентября 93%.

Наибольшая среднемесячная величина содержания органических веществ отмечается в июле (92,1%), что, вероятно, объясняется присутствием в пробах, кроме *Gladocera* и *Copepoda*, большого количества яиц рыб. Наибольшим (97,7%) было содержание органических веществ в пробе, где, кроме *Gladocera* и *Copepoda*, присутствовали крупные личинки *Decapoda* и *Mysidacea*.

В августе содержание органических веществ в гипонейстоне несколько снижалось главным образом за счет уменьшения количества яиц рыб и увеличения числа мелких личинок донных беспозвоночных, преимущественно *Lamellibranchiata*. Так, если в основном содержание органических веществ в августе колебалось в пределах 85,0–90,5%, то в пробе, содержащей, кроме *Copepoda* и *Gladocera*, значительное количество мелких личинок донных беспозвоночных, оно снижалось до 72,5%.

В сентябре содержание суммы органических веществ увеличивается, составляя в основном 86,8-93,0%, что, вероятно, обусловлено увеличением удельного веса *Copepoda* в пробах.

В октябрьских пробах гипонейстона, состоящих из зооформ, содержание органических веществ находилось в пределах 87,4-90,5%. "Цветение" воды диатомовыми водорослями, главным образом *Rhizosolenia calcar avis*, вызвало преобладание в гипонейстоне фитоформ над зооформами, что снизило содержание органических веществ в нем до 64,6-57,7%, а это, в свою очередь, сказалось и на среднемесячном показателе. В ноябре в гипонейстоне преобладали зооформы - чаще *Copepoda*, *Cladocera*, личинки донных беспозвоночных и *Chaetognatha*. Содержание органических веществ в гипонейстоне колебалось от 85,3 до 94,4% (в среднем - 89,6%).

Содержание белковых веществ в гипонейстоне также изменялось на протяжении периода исследований. В июле оно в среднем находилось на уровне 57,2% сухого вещества гипонейстона, но в большинстве проб было выше 60%, достигая максимума в 67,2% в случае значительной примеси крупных личинок донных беспозвоночных (*Decapoda*).

В августовских пробах содержание белков возрастает, вероятно, за счет увеличения удельного веса *Copepoda*. В большинстве случаев в гипонейстоне содержание белков колебалось в пределах 62,5 - 65,6%; появление мелких личинок донных беспозвоночных снижало содержание белков до 48,4%.

В сентябре содержание белков в гипонейстоне увеличивается еще больше, достигая максимальной для всего периода исследований величины - 73,4%. Появление в конце месяца в гипонейстоне *Sagitta*, а также усиление развития *Cladocera* и их преобладание над *Copepoda* вызвало снижение содержания белков в пробах до 43,8%, но среднемесячное содержание их в сентябре было наибольшим - 61,6%.

Октябрьские пробы гипонейстона, в которых преобладали зооформы, содержали 54,7 - 68,2% белка, в зависимости от видового состава. Но "цветение" воды водорослью *Rh. calcar avis* снижало содержание белков в гипонейстоне до 31,3%, что обусловило и низкую среднемесячную величину содержания белков - 52,1%. В ноябре содержание белка в гипонейстоне несколько возрастает, но из-за некоторой примеси к "копеподным" пробам фито-

форм, а в отдельных пробах — мелких личинок донных беспозвоночных, остается в общем на невысоком уровне — 57,8%.

За период исследований содержание белка в сухом веществе гипонейстона от июля к сентябрю возрастало, вероятно, главным образом за счет увеличения удельного веса в пробах *Copepoda* и уменьшения — *Cladocera*. Осеннее снижение содержания белков в сухом веществе гипонейстона объясняется "цветением" водорослей.

Содержание жира в сухом веществе гипонейстона в летние месяцы было наибольшим в июле (9,0—11,4%). К сентябрю оно постепенно снижалось. Максимальное содержание жира в июле объясняется присутствием в гипонейстоне яиц рыб. Известно, что яйца рыб содержат много жира как в сухом, так и в сыром веществе. Уменьшение количества яиц рыб в августовских пробах, а также замена *Cladocera* на *Copepoda* (содержащих меньше жира в сухом веществе, чем *Cladocera*) обусловило снижение среднесуточной величины содержания жира в гипонейстоне до 6,3%. С еще большим увеличением удельного веса *Copepoda* и уменьшением — *Cladocera* и яиц рыб — в сентябре содержание жира в гипонейстоне снижается в среднем до 4,7%.

В осенних пробах гипонейстона содержание жира несколько возрастает главным образом за счет появления фитоформ. В этих пробах содержание жира довольно высокое — 6,8—8,5%. Но с уменьшением удельного веса *Copepoda* и *Cladocera* в гипонейстоне, с появлением *Chaetognatha* и *Rotatoria*, содержание жира в сухом веществе гипонейстона снижается до 3,2—2,5%.

Содержание углеводов в гипонейстоне колебалось значительно, но от лета к осени неуклонно возрастало.

В летнем гипонейстоне содержание углеводов находилось в среднем на уровне 17%, наиболее низким оно было в пробах, состоящих преимущественно из крупных личинок донных беспозвоночных. *Cladocera* и мелкие личинки донных беспозвоночных увеличивали содержание углеводов в гипонейстоне. Резкое увеличение (до 29,6%) содержания углеводов в гипонейстоне в конце сентября было вызвано возрастанием удельного веса фитоформ.

В осенних сборах (за исключением одной пробы, состоящей преимущественно из *Copepoda*) в гипонейстоне присутствовали в

больших количествах фитоформы, мелкие личинки донных беспозвоночных, Chaetognatha, а иногда Cladocera и Rotatoria, что, вероятно, и обусловило высокое содержание углеводов в гипонейстоне (в среднем 25,0%, с максимумом 30,8%).

К а ч е с т в е н н ы й с о с т а в о р г а н и - ч е с к о г о в е щ е с т в а гипонейстона в летний и осенний периоды был различным. Белковые вещества составляли основу органического вещества гипонейстона. В июльских пробах гипонейстона из-за присутствия кроме Cladocera большого количества яиц рыб белки составляли 59,8% органического вещества. Но с исчезновением в августовских и сентябрьских пробах яиц рыб, а также увеличением удельного веса Copepoda доля белков в сумме органических веществ гипонейстона возросла до 70,7% и в отдельных случаях достигала 78,9%. В некоторых пробах примесь мелких личинок донных беспозвоночных или Sagitta снижала содержание белков до 57,2% суммы органических веществ.

С появлением в осеннем гипонейстоне фитоформ доля белков в сумме органических веществ гипонейстона снизилась до 64,5%, а во время "цветения" - до 54,2%.

Доля углеводов в органическом веществе гипонейстона от лета к осени возрастает. В летних пробах, состоящих преимущественно из Copepoda с примесью крупных личинок донных беспозвоночных, углеводы составляли в среднем около 20% суммы органических веществ (16,2 - 23,7%). Но с появлением в конце сентября Chaetognatha и Appendicularia доля углеводов составила 29,7 - 38,6% суммы органических веществ гипонейстона.

Осенью в гипонейстоне появлялись фитоформы, увеличивался удельный вес мелких личинок донных беспозвоночных, а иногда появлялись Cladocera и Rotatoria, что в итоге приводило к увеличению содержания углеводов в органическом веществе осеннего гипонейстона до 27,3 - 34,0%.

Ж и р ы , в отличие от углеводов, составляют меньшую часть органического вещества гипонейстона. Доля жиров от лета к осени уменьшается, подобно уменьшению содержания жира в сухом веществе гипонейстона.

Летние пробы, в которых преобладали яйца рыб, отличались наибольшим содержанием жира (10,0-14,2% органического вещества). С уменьшением количества яиц рыб в летнем гипонейстоне, а также

с заменой *Cladocera* на *Copepoda* доля жира в сумме органических веществ постепенно снижалась (7,4% - в августе, 5,3% - в сентябре). С появлением в конце сентября в "копеподных" пробах *Sagitta* содержание жиров снизилось до 4,2-3,7%.

В осеннем гипонейстоне доля жира в сумме органических веществ возрастает (до 11,8% во время "цветения" планктонных водорослей) главным образом за счет появления фитоформ. В пробах, содержащих преимущественно *Copepoda*, *Cladocera*, мелкие личинки донных беспозвоночных и фитоформы, жиры составляли 6,9-9,4% суммы органических веществ. Появление в гипонейстоне *Chaetognatha* и *Rotatoria* (на фоне уменьшения удельного веса *Copepoda* и *Cladocera*) сопровождалось снижением содержания жиров до 3,5-2,8% суммы органических веществ.

Энергетическая ценность гипонейстона изменялась на протяжении периода исследований в силу изменений его биохимического состава.

Суммарная калорийность сухого вещества гипонейстона от лета к осени снижалась с 431 ккал (в июле) до 272 ккал/100 г сухого вещества (в октябре). В августе и сентябре суммарная калорийность варьировала в широких пределах (от 331 до 418 ккал), но в среднем находилась на уровне 381 ккал/100 г сухого вещества.

С появлением в осенних пробах фитоформ суммарная калорийность гипонейстона снизилась до 358 ккал (в октябре), а во время "цветения" даже до 272 ккал. После окончания "цветения" с уменьшением количества фитоформ в пробах и с появлением в них мелких личинок донных беспозвоночных суммарная калорийность гипонейстона снова возрастает до 387-412 ккал/100 г сухого вещества.

Таким образом, варьирование видового состава гипонейстона северо-западной части Черного моря в летне-осенний период 1963 г. обусловило четкие и закономерные изменения его биохимического состава и калорийности. Хотя изменения биохимического состава гипонейстона объясняются изменениями его видового состава, несомненно, здесь сказываются и другие факторы: сезонные и возрастные изменения биохимического состава отдельно взятого планктона (Орг, 1934; Marshall, Nicholls, Орг, 1934; Виноградова, 1960; Сушкина, 1962), а также биохимические различия раз-

них генераций одного и того же вида планктеров (Marshall, Nichols, Огг, 1934; Богоров, 1960; Виноградова, 1960, и др.).

Л и т е р а т у р а

Богоров В. Г. Биологические сезоны в планктоне различных морей. - ДАН СССР, 134, 6, 1960.

Виноградова З. А. Динаміка біохімічного складу і калорійності планктону Чорного моря в сезонному та географічному аспектах. - Наук. зап. Одеськ. біол. ст., 2, 1960.

Виноградова З. А., Ковбасюк О. С., Кривошей Е. С., Лісовська В. І., Мазуренко С. А. Біохімічний склад і калорійність фіто- і зоопланктону Чорного моря. - Наук. зап. Одеськ. біол. ст., 4, 1962.

Зайцев Ю. П. Гипонейстон Черного моря и его значение. Докт. дисс., Одесса, 1964.

Закутский В. П. Распределение организмов в бентогипонейстоне в южных морях СССР. - Тез. IV Межвуз. зоогеограф. конфер. Одесса, 1966.

Кизеветтер И. В. О кормовой ценности планктона Охотского и Японского морей. - Изв. Тихоокеанск. ин-та рыболовства и океанограф., 39, 1954.

Костильов Е. Ф. Біохімічний склад гіпонейстону північно-західної частини Чорного моря. - Тези доп. республ. конфер. ВГБТ, К., 1964.

Костылев Э. Ф. О кормовой ценности гипонейстона для рыб. - Рыбное хоз., 8, 1966.

Костильов Е. Ф. До вивчення деяких біохімічних показників гипонейстону Чорного моря. - ДАН АН УРСР, 4, 1966.

Костылев Э. Ф. О суточных изменениях биохимического состава гипонейстона. - Вопросы морской биологии. Тез. симпози. молодых ученых, К., 1966.

Костылев Э. Ф. Сравнительное изучение биохимического состава гипонейстона и планктона северо-западной части Черного моря. - Гидробиол. журн., 5, 1966.

Костылев Э. Ф. Биохимический состав гипонейстона в связи с гидрометеорологическими условиями в северо-западной части Черного моря. - Гидробиол. журн., 3, 1967.

Костылев Э.Ф. Биохимический состав типонейстона северо-западной части Черного моря. - В кн.: Биохимия морских организмов. "Наукова думка", К., 1967.

Сушкина А.П. Вертикальные миграции и суточный ритм питания *Calanus finmarchicus* (Gunn.) в связи с его возрастом и жирностью. - Тр. ВНИРО, 46, 1962.

Marshall S.M., Nicholls A.G., Orr A.P. On the biology of *Calanus finmarchicus*. V. Seasonal distribution, size, weight and chemical composition in Loch Striven in 1933, and their relation to the phytoplankton. - J.Mar. biol. Assoc. U.K., 19, 2, 1934.

Orr A.P. On the biology of *Calanus finmarchicus*. IV. Seasonal changes in the weight and chemical composition in Loch Fyne. - J. Mar. biol. Assoc. U.K., 19, 2, 1934.

СЕЗОННЫЙ РИТМ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА ПЛАНКТОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Л.В. Анцупова

С 1962 г. начато интенсивное изучение сезонной динамики пигментного состава планктона Черного моря (Финенко, 1964; Сушня, Финенко, 1964; Skolka, 1964; Виноградова, 1962, 1964, 1965; Виноградова, Яценко, Анцупова, 1966; Яценко, Анцупова, 1966; Яценко, Виноградова, 1967).

В 1966-1967 гг. наше внимание было направлено на изучение основных фитосинтетических пигментов планктона северо-западной части Черного моря, на выявление качественного состава и количественных соотношений хлорофилла и каротиноидных пигментов, а также закономерностей их сезонной динамики.

Сбор материала для определения пигментного состава планктона производился на постоянной рейдовой станции в двух милях от берега в районе мыса Большой Фонтан - Сухой лиман (Одесса) планктонной сетью Джели из сита № 67 в слое воды 0 и 10 м. Планктонные организмы размером менее 50 мк проходят через сито № 67, поэтому мы во всех случаях имели дело с относительно крупными формами. Каждую пробу очищали от посторонних примесей. Видовой состав планктона, собранного с двух горизонтов (0 и 10 м), определял В.В.Денисенко. Проба, состоящая более чем из 80% какого-