

- Loterrere M.* Streptopelia decaocto Frivaldsky sur la Riviera francaise.— Oiseau et Rev. franc. ornithol. 1972, 42, N 1, p. 76—77.
- Novak E.* Winterschäden und Wintersterblichkeit bei der Türkentaube.— Falke, 1976, 23, N 4, p. 156—159.
- Stolt B.-O., Risberg.* Turkduvan Streptopelia decaocto: Uppsala 1959—1969, förekomst och Vinterbiologi.— Var fogel Värld., 1971, 30, N 3, p. 194—200.

Львовский госуниверситет
им. И. Франко

Получено 04.12.81

УДК 577.1:595.384.16

Р. П. Кандюк, А. В. Супрунович, Т. А. Петкевич,
И. А. Степанюк, В. И. Лисовская, Л. В. Анцупова

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОНТИЧЕСКОГО ДНЕСТРОВСКОГО РАКА

Биохимия промысловых популяций речных раков южной части нашей страны изучена очень слабо (Балашова, 1974), более полно известен в этом отношении широкопалый рак (*Astaeus astaeus*), обитающий в северо-западной части СССР (Цукерзис, 1970; Мацкявичене, 1979 и др.). Поэтому постановка работ по изучению биохимии речных раков в нашей стране является своевременной и актуальной.

Цель данной работы — изучение биохимических характеристик (липиды, стерины, каротиноиды, аминокислоты, микроэлементы, зола) понтического днестровского рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) необходимых для разработки биотехники его промышленного выращивания.

Работа выполнялась в 1977—1979 гг. Раков отлавливали в центральной части Днестровского лимана на стандартных станциях (район сел Сухолужье, Молога) в мае, июне, сентябре — октябре и доставляли в лабораторию биохимии Одесского отделения ИнБИОМ АН УССР в живом виде (через 4—5 ч после вылова). Обработано 100 проб и проведено 1516 биохимических анализов.

За основу количественных критериев биохимических показателей особей разного размера была принята длина их тела (гострум — тельсон), а не масса, так как в зависимости от сроков транспортировки, длительности хранения животных в лаборатории масса раков меняется. Расчет же основных показателей велся в процентах на сухую и сырую массу. Содержание липидов определяли по методу Фолча (Folch et al., 1951) в модификации Блая и Дайера (Bligh, Dyer, 1959), неомыляемый остаток — по методу Ф. М. Ржавской и М. А. Алексеевой (1966); разделение неомыляемого остатка на фракции проводили методом тонкослойной хроматографии (Lisboa, 1969).

Идентификацию стеринов осуществляли с помощью химической реакции Либермана-Бурхарда (Mooge, Baumann, 1952) и Уф-спектрофотометрии на регистрирующем спектрофотометре «Specord» (Паламарчук и др., 1974).

Каротиноидные пигменты исследовали калориметрическим (Годнев, Терентьев, 1956; Сапожников и др., 1956; Davies, 1965) и спектрофотометрическим (Jensen A., Jensen S., 1959; Jensen A., 1960; Drujan et al., 1968) методами.

Аминокислотный состав исследовали методом распределительной хроматографии на бумаге (Филиппович, 1958). Расшифровку хроматограмм вели с помощью стандартных смесей аминокислот, наносимых рядом с исследуемой смесью. Каждую аминокислоту определяли отдельно, а лейцин и изолейцин — в сумме. Незаменимые аминокислоты определяли в составе как свободных, так и связанных в белках аминокислот. Отдельно суммировали только связанные незаменимые аминокислоты, и эту сумму выражали в процентах общей суммы связанных аминокислот для более четкого представления об изученных соотношениях заменимых и незаменимых аминокислот в белках рака.

Микроэлементы определяли методом эмиссионного спектрального анализа на кварцевом спектрографе ИСП-28 с количественной расшифровкой спектрограмм на микрофотометре МФ-2. Стандартные образцы готовили на искусственной основе. Градуировочные графики строили в координатах $\Delta S, \lg C$ (Митчел, 1961; Грибовская, 1968).

Суммарное содержание минеральных веществ (зола) определяли методом озолнения.

Л и п и д ы. Максимальные количества липидов у самок и самцов понтического днестровского рака обнаружены в гепатопанкреасе (до 92,43 % сухой массы). Это указывает на роль гепатопанкреаса как накопителя (депо) липидов. В меньшем количестве (до 38,62 % сухой массы) липиды обнаружены в яичниках, что связано с их расходом при размножении.

По мере роста раков количество липидов в их мышцах изменяется в незначительных пределах. Не обнаружено также резких различий в содержании липидов у нелинявших или отлинявших (с твердым хитиновым покровом) и линяющих (с мягким хитиновым покровом) раков (табл. 1).

С т е р и н ы. Суммарное содержание провитаминов Д* в икре и яичниках самок значительно выше, чем в личинках I стадии (0,88 и 0,45 % соответственно в неомыляемой фракции), а холестерина в яичниках

Таблица 1. Содержание липидов (% сухой массы) в теле и органах рака

Орган	Размерные группы, см							
	9,1—10,0		10,1—11,0				15,1—17,0	
	♂	♀	♂	♀	♂ отлиняв- шие	♀ линяю- щие	♂	♀
Июнь								
Мышцы	5,89	6,04	5,86	6,39	6,93	6,81	6,74	7,00
Гепатопанкреас	—	—	92,29	—	92,43	—	89,44	89,90
Август								
Мышцы	7,14	7,40	5,50	8,63	—	—	—	5,57
Гепатопанкреас	87,45	88,53	88,70	85,25	—	—	—	85,99
Яичник	—	—	—	38,62	—	—	—	28,57

Примечание: пропуск (—) означает отсутствие анализов.

Таблица 2. Содержание стерина у раков

Дата	Орган	Масса НФ	В неомыляемой фракции, %			В % сырой массы				
			Д	М	Х	Д	М	Х		
8.VI 1978	Икра	0,0249	0,88	1,32	7,35	0,0049	0,0066	0,0366		
8.VI 1978	Личинки I стадии развития	0,0272	0,45	0,87	6,17	0,0025	0,0048	0,0336		
28.VIII 1978	Яичник самок, дли- на 10—12 см	0,0604	0,88	2,13	21,99	0,0107	0,0257	0,2657		
4.VII 1978	Мышцы самцов, длина, см	9,1—10,0	0,0214	0,53	0,66	10,63	0,0023	0,0028	0,0455	
		10,1—11,0	0,0235	0,77	1,42	12,45	0,0036	0,0067	0,0585	
		11,1—12,0	0,0164	0,40	0,66	5,64	0,0013	0,0022	0,0185	
		Мышцы самок, длина, см	9,1—10,0	0,0042	0,35	0,48	1,58	0,0004	0,0005	0,0017
			10,1—11,0	0,0215	0,23	0,50	1,97	0,0010	0,0022	0,0085
			12,1—13,0	0,0155	0,29	0,52	5,08	0,0009	0,0016	0,0157
14,1—15,0	0,0128		0,20	0,88	12,39	0,0005	0,0022	0,0317		

Условные обозначения: НФ — неомыляемая фракция; Д — сумма провитаминов Д; М — метостенол; Х — холестерин.

в 3 раза больше, чем в икре, что свидетельствует о накоплении провитаминов Д в яичниках размножающихся самок. В икре одноразмерных самок и личинках I стадии количество холестерина практически одинаково.

В мышцах взрослых самцов и самок суммарное содержание провитаминов Д значительно ниже, чем в мышцах неполовозрелых раков,

* Провитамины Д — предшественники витамина Д₃ входят в состав стерина. Из суммы провитаминов Д идентифицируются отдельные стеринны — 7-демедрохолестерин, холестерин, метостенол и др.

Таблица 3. Содержание стерина

Пол	Длина тела, см	Масса НФ, г	Процент НФ	В неомыляемой	
				Д	7 дгх
Раки с твердым					
Самцы	11,1—12,0	0,0699	1,401	3,02	0,67
	15,1—17,0	0,0834	1,671	2,74	1,09
Самки	10,1—12,0	0,0607	1,211	3,43	0,53
	15,1—17,0	0,0801	1,881	3,12	0,86
Раки с мягким					
Самцы	10,1—12,0	0,0518	1,280	1,84	0,35
Самки	10,1—12,0	0,489	0,970	1,08	0,39

Условные обозначения: НФ — неомыляемая фракция; Д — сумма провитаминов

что связано с расходом этих веществ на развитие организма. При этом суммарное содержание провитаминов Д и особенно холестерина у самок почти на порядок ниже, чем у самцов (табл. 2).

Наибольшие концентрации стерина у взрослых раков обнаружены в гепатопанкреасе, что может отражать локализацию в нем центра ферментативных превращений стерина. У линяющих (с мягким панцирем) раков было обнаружено меньшее количество стерина, чем у нелиняющих (с твердым панцирем), что говорит о важной роли данных веществ в образовании хитинового покрова * при периодических линьках раков (табл. 3).

Каротиноиды. Максимальное количество каротиноидных пигментов обнаружено в яичниках самок (54,6—58,0 мкг/г), что указывает на важную роль каротиноидов в процессе размножения раков.

Значительные количества каротиноидных пигментов обнаружены также и в гепатопанкреасе самок и самцов длиной 9,1—11,0 см (57,7 и 72,2 мкг/г соответственно).

Содержание каротиноидов в мышцах самцов возрастало (от 6,6 до 18,3 мкг/г) по мере увеличения их длины от 9,1 до 11,0 см, тогда как у самок наблюдалась обратная картина: в мышцах крупных особей (15,1—17,0 см) количество каротиноидов было значительно ниже (5,9 мкг/г), чем у самок длиной 9,1—11,0 см (11,9 мкг/г). Такое положение можно объяснить тем, что по мере роста организма самок снижается их потенциальная способность к размножению и количество линек может уменьшаться. Поэтому самки, не размножающиеся в текущем году, линяют в такие же сроки, как и самцы.

Аминокислоты. В икре (0,333 % сырой массы) и личинках I стадии развития (0,468 % сырой массы), независимо от времени года, свободных аминокислот меньше, чем в мышцах самцов и икры самок. Личинки оказались богаче свободными аминокислотами, особенно лизинном, аргинином, треонином, валином и лейцинами по сравнению с икрой.

Содержание связанных аминокислот у личинок раков I стадии также выше, чем в икре и не уступает их содержанию в мышцах разноразмерных раков, как самцов, так и икры самок.

Мышцы понтического днестровского рака богаты свободными аминокислотами, особенно пролина и аланина, причем у большинства разноразмерных самцов содержание свободных аминокислот выше, чем у самок (табл. 4). У самцов с увеличением их длины наблюдается повышение содержания свободных аминокислот (от 0,508 до 0,904 % сырой

* Провитамины Д у беспозвоночных необходимы в образовании хитинового покрова так же, как и кальций в образовании костного скелета у позвоночных животных.

в гепатопанкреасе раков (4.VII 1978)

Фракции, %			В % сырой массы				
Л	М	Х	Д	7 дгх	Л	М	Х
панцирем (нелиняющие)							
0,96	4,11	24,00	0,0423	0,0094	0,0134	0,0574	0,3355
0,13	4,04	24,90	0,0454	0,0182	0,0022	0,0674	0,4154
1,70	4,94	26,62	0,0416	0,0064	0,0206	0,0500	0,3232
0,39	4,49	26,07	0,0589	0,0162	0,0073	0,0846	0,4913
панцирем (линяющие)							
0,96	2,19	22,45	0,0217	0,0041	0,0114	0,0258	0,2643
0,51	1,60	20,13	0,0105	0,0038	0,0050	0,0155	0,1957

Д; 7 дгх — 7-дегидрохолестерин; Л — латостерин; М — метостенол; Х — холестерин.

массы), кроме самцов 12,1—13,0 см. У них был обнаружен самый низкий уровень содержания свободных аминокислот в мышцах, а данная размерная группа самцов наиболее многочисленна в популяции понтического днестровского рака. У самок наиболее высокое содержание свободных аминокислот наблюдалось в размерной группе 15,1—17,0 см (0,790 % сырой массы), минимальное — у икрыных самок длиной 14,1—17,0 см, исследованных после снятия икры. Это объясняется потерей организмом самки с икрой энергетического и пластического материала, в том числе и аминокислот (табл. 4).

Не обнаружено различий в содержании свободных аминокислот в мышцах линяющих самцов и самок, а также раков с твердым панцирем, хотя, по литературным данным, содержание свободных аминокислот и протеина у ракообразных снижается после линьки (Мацкявичене, 1979).

Таблица 4. Аминокислотный состав раков в июне — июле 1978 г. (% сырой массы)

Аминокислоты	Икра	Лич. 1 с. 0,8—1,2	Мышцы		Икра	Лич. 1 с. 0,8—1,2	Мышцы			
			15,1— 17,0	14,1— 17,0			9,1—10,0		15,1— 17,0	14,1— 17,0
			♂	♀			♂	♀	♂	♀
			Свободные				Связанные			
Цистины	0,001	0,001	0,041	0,029	0,430	1,445	0,750	0,730	0,725	0,623
Лизин	0,017	0,031	0,053	0,046	1,030	1,430	1,430	1,208	1,380	1,420
Гистидин	0,007	0,009	0,015	0,009	0,430	0,322	0,299	0,258	0,258	0,353
Аргинин	0,020	0,044	0,115	0,060	0,720	0,970	1,080	1,190	1,280	1,080
Аспарагиновая	0,006	0,005	0,011	0,011	0,295	0,400	0,385	0,365	0,326	0,315
Серин	0,007	0,005	0,015	0,012	0,300	0,305	0,360	0,360	0,300	0,320
Глицин	0,023	0,038	0,042	0,055	0,580	0,740	0,680	0,670	0,860	0,680
Глутаминовая	0,039	0,041	0,031	0,018	1,200	1,370	1,560	1,545	1,070	1,350
Треонин	0,007	0,012	0,032	0,019	0,642	0,830	0,630	0,590	0,700	0,600
Аланин	0,064	0,092	0,090	0,067	0,890	1,040	0,980	0,690	1,060	1,120
Пролин	0,043	0,049	0,090	0,056	1,370	2,800	3,020	2,540	2,800	2,800
Тирозин	0,019	0,018	0,026	0,010	0,185	0,380	0,325	0,320	0,395	0,274
Триптофан	0,001	0,012	0,001	следы	0,071	0,188	0,103	0,150	0,182	0,103
Метионин	следы	следы	следы	следы	0,212	0,346	0,650	0,310	0,340	0,560
Валин	0,025	0,039	0,048	0,022	0,890	1,020	0,960	1,000	0,925	0,910
Фенилаланин	0,014	0,015	0,017	следы	0,450	0,635	0,900	0,910	0,700	0,735
Лейцины	0,040	0,057	0,044	0,016	1,140	1,460	1,840	0,900	1,320	1,320
Всего	0,333	0,468	0,671	0,470	9,835	15,681	14,621	13,303	15,922	14,676
Процент незаменимых аминокислот в белке					52,0	46,0	49,0	52,0	49,0	50,0

У снулых (мертвых) раков длиной 10,1—11,0 см сравнительно высокое содержание свободных аминокислот в мышцах (0,844 % сырой массы), что может быть связано с посмертным накоплением свободных аминокислот в тканях в результате прекращения биосинтеза белков и протеолизом. Это согласуется с литературными данными о посмертных изменениях в тканях ракообразных (Кизеветтер, 1973).

В гепатопанкреасе разноразмерных раков (10,1—17,0 см) содержание свободных аминокислот в 2—3 раз выше, чем в мышцах раков тех же размеров (табл. 5).

Микроэлементы в органах и тканях рака представлены в различных качественных и количественных соотношениях, изменяющихся по мере его развития и роста.

Таблица 5. Содержание свободных аминокислот в гепатопанкреасе рака (% сырой массы)

Аминокислоты	Самцы		Самки		Самцы	Самки	Самцы и самки
	10,1—11,0	15,1—17,0	10,1—12,0	15,1—17,0	10,1—12,0	10,1—12,0	
	нелиняющие				линяющие		
Цистины	0,067	0,100	0,074	0,081	0,056	0,034	0,135
Лизин	0,118	0,111	0,120	0,078	0,120	0,089	0,098
Гистидин	0,096	0,058	0,070	0,039	0,062	0,048	0,084
Аргинин	0,135	0,117	0,147	0,129	0,160	0,135	0,096
Аспаргиновая	0,074	0,116	0,107	0,110	0,113	0,073	0,110
Серин	0,105	0,120	0,100	0,096	0,097	0,048	0,093
Глицин	0,090	0,130	0,084	0,074	0,088	0,037	0,075
Глутаминовая	0,115	0,143	0,122	0,110	0,108	0,073	0,115
Треонин	0,087	0,102	0,095	0,078	0,086	0,059	0,098
Аланин	0,125	0,130	0,122	0,112	0,114	0,116	0,126
Пролин	0,155	0,230	0,262	0,155	0,157	0,110	0,135
Тирозин	0,054	0,065	0,049	0,046	0,059	0,036	0,087
Триптофан	0,074	0,102	0,083	0,038	0,039	0,031	0,101
Метионин	0,042	0,040	0,044	0,056	0,035	0,028	0,051
Валин	0,130	0,142	0,120	0,128	0,123	0,095	0,113
Фенилаланин	0,103	0,105	0,090	0,090	0,085	0,087	0,102
Лейцины	0,200	0,210	0,180	0,189	0,162	0,136	0,200
Всего	1,770	2,021	1,869	1,609	1,664	1,231	1,819

Таблица 6. Содержание микроэлементов

Микроэлемент	0,8—1,2	9,5—10,5			10,1	
	Лич. I ст.	мышцы		гепатопанкреас	мышцы	
		♂	♀	♂	♂	♀
Медь	0,015	0,016	0,015	0,10	0,019	0,019
Марганец	0,052	0,013	0,015	0,10	0,016	0,042
Железо	0,33	0,18	0,17	0,75	0,11	0,30
Алюминий	0,30	0,10	0,10	0,22	0,10	0,30
Цинк	0,30	0,19	0,22	1,00	0,13	0,14
Стронций	0,160	0,032	0,030	0,040	0,026	0,040
Свинец	0,0018	—	0,0017	0,0019	0,0018	0,0017
Титан	0,0400	0,0073	0,0056	0,0150	0,0052	0,0200
Ванадий	0,0019	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Олово	0,0012	0,001	0,001	0,0012	0,001	0,0012
Литий	—	0,0063	—	0,0085	—	0,009
Никель	0,0012	0,0012	0,0011	0,01	0,0012	0,017
Серебро	—	0,0004	0,0006	0,023	0,0004	—
Процент золы на сухую массу	13,4	6,4	6,2	2,1	7,0	2,9

В теле личинок раков марганец, алюминий, стронций, титан, ванадий концентрируются в значительно больших количествах, чем у половозрелых животных.

У разноразмерных и разнополых раков также имеются различия в содержании микроэлементов в мышцах. Если в мышцах самок и самцов длиной 9,1—10,5 см содержание микроэлементов, как и золы, практически одинаково, то в пределах другой размерной группы раков (10,1—12,0 см) наблюдаются резкие различия (в 2—3 раза) в содержании марганца, железа, алюминия, стронция, титана, лития и никеля.

В мышцах «крупных» самок длиной 15,1—17,0 см содержание марганца, железа, алюминия, стронция, титана, лития и никеля значительно ниже, чем в мышцах самок длиной 10,1—12,0 см. Как видно из результатов исследований, в мышцах половозрелых раков четко проявляются количественные перераспределения микроэлементов, что нужно учитывать в биотехнических разработках промышленного культивирования раков.

В гепатопанкреасе самок раков длиной 10,1—12 см отмечено большее (в 2—5 раз) содержание меди, марганца, железа, алюминия, цинка, свинца, титана, никеля и серебра, чем у более крупных самок (15,1—17,0 см), а также большее (в 1,5—4 раза) количество меди, марганца, алюминия, цинка, стронция, титана, лития и никеля, чем в гепатопанкреасе самцов такого же размера.

В яичниках самок длиной 15,1—17,0 см не отмечено значительного накопления микроэлементов по сравнению с мышечной тканью (кроме алюминия — 0,33 % на золу), что, видимо, можно объяснить их пониженной способностью к размножению по сравнению с таковой самок размером 10,1—12,0 см (табл. 6).

В тканях, органах и панцире мягких (линяющих или только слинявших) раков наблюдаются значительные различия в содержании микроэлементов по сравнению с твердыми раками.

Зола (сумма минеральных веществ) является одним из важных биохимических показателей. Рост раков связан с периодическим образованием нового хитинового покрова (панциря), поэтому вполне понятно, что максимальные показатели содержания золы наблюдаются в хитиновом покрове клешней (52,1—53,6 % сухой массы) и туловища (41,0 % сухой массы). Содержание золы в мышцах клешней и туловища самок значительно ниже (8,0 и 6,2 % соответственно). Такое количественное

у раков летом 1978 г. (% золы)

—12,0		15,1—17,0			
гепатопанкреас		мышцы		гепатопанкреас	яичники
♂	♀	♂	♀	♀	♀
0,027	0,10	0,024	0,018	0,020	0,021
0,080	0,95	0,018	0,015	0,055	0,020
0,40	0,45	0,19	0,11	0,25	0,14
0,18	0,30	0,25	0,09	0,21	0,33
0,35	1,00	0,28	0,18	0,25	0,09
0,026	0,042	0,034	0,026	0,03	0,045
—	0,0140	—	—	—	—
0,0048	0,0120	0,01	0,0052	0,01	0,0045
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,0012	0,0012	0,001	0,0012	0,0012	0,0011
—	0,0079	—	—	0,007	—
0,015	0,04	0,0012	0,0012	0,021	0,0013
0,055	0,01	0,0005	0,0004	0,0025	0,0007
15,2	2,8	5,5	6,7	3,4	не опред.

соотношение минеральных веществ в хитиновом покрове и мышцах вполне объяснимо с функциональной точки зрения.

В гепатопанкреасе раков (самок и самцов) обнаружены минимальные количества золы (1,08—3,78 % сухой массы).

Таким образом, результаты биохимического анализа понтического днестровского рака позволили выявить ряд его биологических особенностей, связанных с ростом, развитием и размножением, а также дают количественные величины содержания липидов, стероинов, каротиноидов, аминокислот, микроэлементов и золы. Эти характеристики имеют большое значение для решения вопросов, связанных с разработкой промышленного способа культивирования раков, дают возможность правильно оценивать их питание с учетом кормовых ресурсов водоема и, следовательно, точнее определять их запасы и распределение.

- Балашова М. Н.* Биохимические исследования речных раков.—Реферативная информация по промысловой ихтиологии. Сер. 1, 1974, вып. 9, с. 11—12.
- Годнев Т. Н., Терентьев В. М.* О количественном определении хлорофилла и некоторых каротиноидов.—Тр. Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева, 1956, 3, № 5, с. 124—129.
- Грибовская И. Ф.* Подготовка проб почв и растений для спектрального определения содержания в них микроэлементов.—Биол. науки, 1968, № 1, с. 137—144.
- Мацкявичене Г. И.* Изменение уровня водно-солевого и белкового обменов в период постэмбрионального развития широкопалого рака.—В кн.: Биология речных раков водоемов Литвы. Вильнюс: Мокслас, 1979, с. 53—66.
- Митчел Р. Л.* Определение следов элементов в растениях и других биологических объектах.—В кн.: Анализ следов элементов. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1961, с. 35—56.
- Паламарчук В. Г., Коваль В. Г., Вендт В. П.* Хімічні та біологічні властивості речовини стероїдної природи з максимумом поглинання за довжини хвилі 245 нм.—Укр. біохім. журн., 1974, 46, № 6, с. 736—740.
- Ржавская Ф. М., Алексеева М. А.* Метод определения неомыляемых веществ в жирах рыб и морских млекопитающих.—Рыбное хозяйство, 1966, № 4, с. 66—67.
- Сапожников Д. И., Красновская Д. А., Маевская А. Н.* Количественное определение основных каротиноидов зеленого листа с помощью бумажной хроматографии.—Тр. Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева, 1956, 3, № 5, с. 46—52.
- Филиппович Ю. Б.* Количественное определение аминокислот методом хроматографии распределения на бумаге.—Учен. зап. / Моск. пед. ин-т им. В. И. Ленина, 1958, 61, вып. 9, с. 147—212.
- Цукерзис Я. М.* Биология широкопалого рака.—Вильнюс: Минтис, 1970,—208 с.
- Bligh E., Dyer W.* A rapid method of total lipid extraction and purification.—Can. J. Biochem. Physiol., 1959, 37, N 8, p. 911—917.
- Davies B. N.* Analysis of carotenoid pigments. In: Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. / Ed. Godwin T. New York; London: Acad. Press. 1965, p. 489—533.
- Drujan B., Castillon R., Juerrero E.* Application fluorimetry in determination in vitamin A.—Anal. Biochem., 1968, 23, N 1, p. 44—52.
- Folch J. et al.* Preparation of lipid extracts from brain tissue.—J. Biol. Chem., 1951, 191, N 2, p. 833—841.
- Jensen A.* Chromatographic separation of carotenoids and other chloroplast pigments on aluminium oxide containing paper.—Acta chem. scand., 1960, 14, N 9, p. 2051.
- Jensen A., Jensen S.* Quantitative paper chromatography of carotenoids.—Ibid., 1959, 13, N 9, p. 1863.
- Lisboa B.* Thin-layer chromatography of steroids, sterols and related compounds.—In: Methods in enzymology. New York; London: Acad. press, 1969, 15, p. 3—158.
- Moore P. R., Baumann C. A.* Skin sterols. I. Colorimetric determination of cholesterol and other sterols in skin.—J. Biol. Chem. 1952, 195, N 2, p. 615—621.