

250/3
1984



თბილისის უნივერსიტეტის შრომები
ТРУДЫ ТБИЛИССКОГО УНИВЕРСИТЕТА
PROCEEDINGS OF TBILISI UNIVERSITY

248

ISSN0376—2637

ქიმია • ბიოლოგია
ХИМИЯ • БИОЛОГИЯ
CHEMISTRY • BIOLOGY

31

თბილისი Тбилиси Tbilisi
1984

ედგენება პროფესორ
ლევან ნათაძის ხსოვნას

*Посвящается памяти профессора
Л. Л. Натадзе*

*Dedicated to the memory of
professor L. Nathadze*



თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა
ИЗДАТЕЛЬСТВО ТБИЛИССКОГО УНИВЕРСИТЕТА
TBILISI UNIVERSITY PRESS

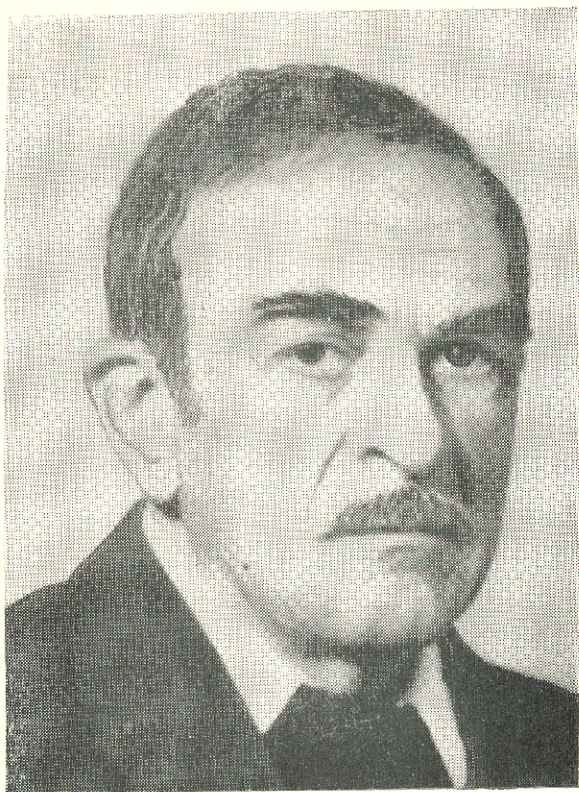
ХИМИЯ ● БИОЛОГИЯ
CHEMISTRY ● BIOLOGY

290 /
1984/2

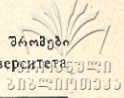
p. 248

31

ქიზია • ბიოლოგია



ლევან ნატაშივი
(1922—1982)



ლევან ნათაძე

ქართულმა მეცნიერებამ დიდი დანაკლისი განიცადა: მძიმე ავადმყოფობის შემდეგ, 60 წლის ასაკში გარდაიცვალა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ციტოლოგიის, ჰისტოლოგიისა და ემბრიოლოგიის კათედრის გამგე, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი პროფესორი ლევან ლევანის ძე ნათაძე.

ლევან ნათაძე დაიბადა 1922 წლის 20 იანვარს თბილისში, ცნობილი ინტელიგენტების ოჯახში. მისი მამა ლევან იასონის ძე ნათაძე იყო თვალსაჩინო ქართველი მასწავლებელი და საზოგადო მოღვაწე, დედა — ლუბა მანუჩარის ასული კენულარია-ნათაძე — ცნობილი ბოტანიკოსი, სისტემატიკოსი.

1939 წელს ლევან ნათაძემ წარჩინებით დაამთავრა თბილისის მე-14 საშუალო სკოლა და იმავე წელს შევიდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიის ფაკულტეტზე, რომელიც 1944 წელს დაამთავრა წარჩინებით, სპეციალობით „ზოოლოგია“. აღსანიშნავია, რომ მან იმავეივე მიიბჰყო პედაგოგ-მასწავლებელთა ყურადღება თავისი ნიჭითა და ფართო ერუდიციით. იგი იყო პირველი სტუდენტი-ბიოლოგი, რომელსაც დაენიშნა ი. ბ. სტალინის სახელობის სტიპენდია.

1944 წელს ლევან ნათაძე ჩაირიცხა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასპირანტურაში, ხოლო 1946 წელს მივლინებული იყო საკანდიდატო დისერტაციის დასამთავრებლად მოსკოვში — სევერცოვის სახელობის ცნობილთა ექსპერიმენტული მორფოლოგიისა და ეკოლოგიის ინსტიტუტში, სადაც სარგებლობდა გამოჩენილი საბჭოთა მეცნიერის აკადემიკოს ივანე შმალიაშვილის კონსულტაციებით. ასპირანტურაში სწავლის პერიოდი ლევან ნათაძემ ნაყოფიერად გამოიყენა თავისი მეცნიერული პირიზონტის გასაფართოებლად. მოსკოვის სამეცნიერო საზოგადოებრიობამ ყურადღება მიიქცია ნიჭიერ ქართველ ახალგაზრდა მეცნიერს, რომელიც ასე კარგად ერკვეოდა რთულ მეცნიერულ საკითხებში და შესანიშნავად ფლობდა უცხო ენებს.

1948 წელს ლევან ნათაძე დაბრუნდა თბილისში და 1-ელი ივნისიდან ჩაირიცხა უნივერსიტეტის ხერხემლიანთა ზოოლოგიის კათედრის ასისტენტად, 1949 წელს მან ბრწყინვალედ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია თემაზე „ხრტილიანი ქალას განვითარების პროცესების დამოკიდებულების საკითხისათვის გარემო პირობებისაგან.“ 1953 წლის 1-ელი სექტემბრიდან ლევან ნათაძე გადაყვანილ იქნა დოცენტის თანამდებობაზე (დოცენტის წოდება მიიღო 1954 წ.), რომელზედაც მუშაობდა 1966 წლამდე.

1965 წელს ლევან ნათაძე არჩეულ იქნა ბიოლოგიის ფაკულტეტის დეკანის თანამდებობაზე, რომელზედაც ნაყოფიერად მუშაობდა 1974 წლის თებერვლამდე. დღეა მისი დეაწლი ფაკულტეტის მეცნიერული დონის ამაღლებ

საქ. სსრ კ. მარქსის
სახ. ს. ხ. რესპუბ.



ბაში, მისი უშუალო ინიციატივით ფაკულტეტზე შეიქმნა ახალი კათედრები — ბიოქიმიის, ბიოფიზიკის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის. ცენტრში თავის სამეცნიერო-კვლევითი პრობლემური ლაბორატორია; ფაკულტეტზე ლექციების ჩასატარებლად მოწვეული იყვნენ საქართველოსა და საბჭოთა კავშირის გამოჩენილი და თვალსაჩინო მეცნიერები. ყველა გაკვირვებულ იყო ლევან ნათაძის უდიდესი შრომისუნარიანობით, მოხიბლული იყო მისი ფართო ერუდიციითა და გიგანტური ცოდნით.

1965 წელს ლევან ნათაძემ ბრწყინვალედ დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე „ხერხემლიან ცხოველთა შედარებითი ანატომია“ (1968 წელს მას მიენიჭა პროფესორის სამეცნიერო წოდება).

1966 წელს ლევან ნათაძე სათავეში ჩაუდგა უნივერსიტეტის ჰისტოლოგიის კათედრას, გააფართოვა მისი პროფილი და ჩამოაყალიბა იგი ციტოლოგიის, ჰისტოლოგიისა და ემბრიოლოგიის კათედრად. გამოიყო ცალკე ციტოლოგიის კურსი, გადასინჯულ იქნა საგნების როგორც თეორიული, ისე ლაბორატორიულ-პრაქტიკული შინაარსი. ჰისტოლოგიისა და ემბრიოლოგიის კურსში, რომელსაც თვითონ ლევან ნათაძე კითხულობდა, სრულიად ორიგინალურად განაწილდა მასალა ზოგადი და კერძო ჰისტოლოგიიდან, გაძლიერდა ევოლუციური და ფუნქციონალური ჰისტოლოგიის საკითხები, ხოლო მიკროსკოპიული ანატომიის საკითხები კი განხილულ იქნა როგორც ქსოვილთა ურთიერთობის ამსახველი ფაქტები. ლევან ნათაძის ინიციატივით ბიოლოგიის ფაკულტეტზე შეიქმნა ახალი სპეციალიზაცია — „ციტოლოგია“, გაფართოვდა შტატები, მოწვეული იყო თვალსაჩინო მეცნიერები (პროფ. გ. თუშანიშვილი, რომელიც დიდი წარმატებით უძღვებოდა სტუდენტთა სამეცნიერო წრის ორიგინალურ მუშაობას, სამეცნიერო-კვლევით საქმიანობას განვითარების ბიოლოგიაში; პროფ. ი. სვანიძე, რომელიც კითხულობს ძირითად კურსს ციტოლოგიაში და სხვ.), მომზადდა 7 ასპირანტი, გაიზარდა კათედრის მეცნიერული პოტენციალი და წონა. კათედრას ლევან ნათაძე ხელმძღვანელობდა სიცოცხლის ბოლომდე.

განსაკუთრებით დიდი ღვაწლი დასდო ლევან ნათაძემ ბიოლოგიის ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს და ხარისხების მიმნიჭებელ საბჭოს, რომლებსაც ხელმძღვანელობდა 10 წლის მანძილზე; უნივერსიტეტის „შრომების“ ქიმიო-ბიოლოგიის სერიას, რომელსაც რედაქტორობდა დაარსებიდან.

ღირსშესანიშნავია ლევან ნათაძის მთარგმნელობითი საქმიანობაც, ასე, მაგალითად, მან თარგმნა გერმანულიდან ვ. თ. კოვალევსკის ცნობილი ნაშრომი „ანთროპოთერიუმის გვარის მონოგრაფია“ (1960).

ლევან ნათაძე შეთავსებით მუშაობდა (1956—60 წლებში) საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ლ. დავითაშვილის სახ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში უფროს მეცნ. თანამშრომლად (1956—58 წლებში ასრულებდა სწავლული მდივნის მოვალეობას), ხოლო 1975 წელს ქართული საბჭოთა ენციკლოპედიის სპეციალურ სამეცნიერო რედაქციაში სამეცნიერო რედაქტორად; სადაც მისმა ჭეშმარიტად ენციკლოპედიურმა ცოდნამ სათანადო ასახვა პოვა იმ რთულსა და ორიგინალურ სტატიებში, რომლებსაც იგი დიდი მონდომებით წერდა. უკიდურესად მომთხონეი საკუთარი თავის მიმართ, იგი ასეთივე იყო ყველას მიმართაც.

ლევან ნათაძის მეცნიერული ინტერესები ეხებოდა მორფოლოგიურ დისციპლინებს — შედარებით ანატომიასა და ემბრიოლოგიას, ჰისტოლოგიას, ნერვული სისტემის მორფოლოგიას, რომლებშიც მან 30-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი დასტოვა, მაგრამ ფასდაუდებელი იყო მისი მეცნიერული კონსულტა-



ციები, რჩევა-დარიგებები, რომლებსაც იგი მისთვის ჩვეული სულიერ ხელ-
 გაშლილობით სიამოვნებით აძლევდა ყველას. აღსანიშნავია, რომ მისი
 დაწერილი მონოგრაფია — „ხერხემლიან ცხოველთა შედარებით ანატომია“
 ერთ-ერთი საუკეთესოა სსრ კავშირში შექმნილ სახელმძღვანელოთა შორის და
 გამოირჩევა ორიგინალურობითა და საკითხების თავისუფლად დასმით.

ლევან ნათაძე გარდაიცვალა 1982 წლის 19 თებერვალს და დაკრძალუ-
 ლია დიდუბის პანთეონში. ყველა ვინც კი იცნობდა ამ შესანიშნავ, მცოდნე
 და ერთდირებულ, ამავდ დროს უკიდურესად თავმდაბალ ადამიანს, ვისაც ბედ-
 ნიერება ჰქონდა მასთან უშუალო კონტაქტისა, მისი მრავალრიცხოვანი მო-
 წაფეები, თანამშრომლები, კოლეგები, ვინც ყოველდღიურად სარგებლობდა
 მისი უდიდესი ცოდნით, მეგობრული რჩევითა და მხარდაჭერით — არასდროს
 არ დაივიწყებენ მას!

რეზიუმე შორდანი

ლევან ნათაძის ბავშვობისა და მოზარდობის წარმართვა:

1. რეფლექსი და ქცევა: „ოსუ სტ. IV სამეც. კონფ. თეზისები“. თბ., 1942.
2. ბუნების ენის კუნთების ფიზიოლოგიის შესწავლისათვის. „ოსუ სტ. VI სამეც. კონფ. თეზისები“. თბ., 1944.
3. ხრტილიანი ქალის განვითარების პროცესების დამოკიდებულების საკითხისათვის გარემო პირობებისაგან. თსუ, 1949.
4. პეტეროქრონიების შესახებ კვდიანი ამფიბიების ხრტილიანი ქალის განვითარებისას. „საქ. სსრ მეც. აკად. მოამბე“, XII, 10. თბ., 1950.
5. ხერხემლიანთა თვალბუდფთშორისი არის განვითარების შესწავლისათვის. „საქ. სსრ. მეც. აკად. მოამბე“, XII, 3. თბ., 1950.
6. სინქრონულობის შესახებ რეპტილიების ხრტილიანი ჩონჩხის განვითარებისას. „საქ. სსრ. მეც. აკად. მოამბე“, XII, 4. თბ., 1951.
7. მასალები ხერხემლიანთა თვალბუდფთშორისი არის განვითარებასა და სტრუქტურაში. „ოსუ შრომები“, 48. თბ., 1953.
8. პალეობიოლოგიური გამოკვლევების განვითარება საქ. სსრ-ში. „საქ. სსრ მეც. აკად. პალეო-ბიოლოგიის ინსტ. შრ.“ 4., თბ., 1958 (ნ. ხიმშიაშვილთან ერთად).
9. მეორეული პლატინაზალობა რეპტილიებში. „საქ. სსრ. მეც. აკად. მოამბე“, XX, 2, თბ., 1959 (ი. გოგებაშვილთან ერთად).
10. ზოგიერთი ტაქსონომიური კატეგორიის ნომენკლატურის შესახებ ხერხემლიანთა სისტე-მატიკაში. „ოსუ ბიოლ. ფაკ. I სამეც. კონფ. თეზისები“. თბ., 1959.
11. თანმიმდევრობა ხერხემლიანთა ჩონჩხის ელემენტების განვითარებაში და პეტეროქრონიზ-მის თეორიის ზოგიერთი საკითხი. „ოსუ გაფართ. ჰისტოლოგ. კონფ. თეზისები“. თსუ, 1959.
12. ზოგიერთი მონაცემები შავი ზღვის ორავლის განვითარებაზე. „ოსუ შრ.“ 70, 1; თბ., 1959.
13. ზოგიერთი კანონზომიერებები ხერხემლიანთა ქალას ორგანოების განვითარებაში. „ოსუ შრ.“ 82, 2, თბ., 1962.
14. რამოდენიმე შენიშვნა მეტორიზისის მოგლეის განმარტებაზე. „თბ. ანატომია, ჰისტო-ლოგია და ემბრიოლოგია სამეც. საზ. მოხსენებები“, 3, თბ., 1963.
15. ხერხემლიან ცხოველთა შედარებით ანატომია (მონოგრაფია). თსუ გამომც., თბ., 1962.
16. ვ. თ. კოვალევსკი — ანთრაკოთერუძის გვარის მონოგრაფია. თარგმანი გერმანულიდან. სსრ. მეც. აკად. გამომც., მოსკოვი, 1960.
17. სტატიების ციკლი „ცხოველთა მორფოლოგია“ დიდი საბჭოთა ენციკლოპედიის II განიც-მისათვის. ლსმ, 1950—57.
18. სტატიები ციკლისათვის „ევოლუციური მოძღვრება“ დიდი საბჭოთა ენციკლოპედიის II გამოცემისათვის. ლსმ, 1956—58.



19. მხედველობითი ანალიზატორის ცენტრალური და პერიფერიული ნაწილების ზოგიერთი რეპტილის განვითარების პროცესში. „ოსუ შრ.“ 109. თბ., 1965.
20. ტინის ნაწილების როლის შესახებ ზოგიერთი ბერძენლიანის ქალას თაღის ფორმირებისათვის ინტოგენეზში. „ოსუ შრ.“ 123. თბ., 1968.
21. ბიოლოგიური მეცნიერებანი თბილისის უნივერსიტეტში. „ქიმია და ბიოლოგია სკოლაში“, 3. თბ., 1968.
22. ბიოლოგიური მეცნიერებები. კრებულში „თბილისის უნივერსიტეტი“. თბ., 1968.
23. მისაღები გამოცდების შესახებ ბიოლოგიაში. „ქიმია და ბიოლოგია სკოლაში“, 1. თბ., 1969.
24. ერთი სახელმძღვანელოს თარგმნის გამო. „ცისკარი“, 1. 1969 (გ. ჰაბიძესთან ერთად).
25. ბიოლოგიური მეცნიერებები. კრებულში „ამიერკ. უნივერსიტეტების სამეცნ. კონფ. მიძღვნილი სსრკ შექმნის 50 წლისთავისადმი“. თბ., 1972.
26. სტატიები ევოლუციის თეორიასა და მორფოლოგიაში ქსე-სათვის. მსმ, 1. 1976.
27. რეცენზია გ. ქაჯაიას წიგნზე „კავკასიის აკარიდების ეკოლ.-მორფ. ანალიზისათვის.“ „საქსსრ მეცნ. აკად. მოამბე“, II, 2. თბ., 1976.
28. სტატიები ევოლუციის თეორიასა და მორფოლოგიაში ქსე-სათვის. მსმ, II. 1977.
29. განსხვავებულდროულობისათვის ქსოვილურ დიფერენცირებაში. კრებულში „თანამედროვე მიმართულებანი ბიოლოგიასა და მედიცინაში“. II. 1977.
30. არჩილ ჩანაშვილი. დაბადების 75 წლის გამო. „ოსუ შრ.“ (ქიმია-ბიოლოგია), 219. 1981 (რ. ჟორდანიასთან ერთად).
31. ჩონჩხის ელემენტების გაძელების ზოგერთი თავისებურება. იგვე.

ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА ДИТИЗОНОМ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Г. СУПАТАШВИЛИ, Л. ШАРМИАШВИЛИ, Ж. ГУРДЖИЯ,
Г. АСАМБАДЗЕ

Определение содержания микроколичеств свинца в природных объектах важная задача аналитической химии и геохимии. Интерес к вопросу заметно возрос в последнее время в связи с увеличением опасности загрязнения окружающей среды антропогенным свинцом.

Анализ литературы по определению свинца в природных объектах показывает, что чаще всего с этой целью применяются атомно-абсорбционные [1—8] и фотометрические [9—15] методы; сравнительно реже спектральные [1, 16, 17] и электрохимические [11, 14] методы.

Достоинством атомно-абсорбционных методов являются быстрота выполнения и высокая чувствительность [2]. Однако нужно учесть, что высокая теоретическая селективность метода не всегда оправдана на практике [6, 18]. Источниками ошибок могут быть процессы атомизации свинца [18], неселективное поглощение [2, 8], присутствие больших количеств железа [2] и магния [19] в пробе. Пренебрежение последствиями этих факторов, особенно при низком содержании свинца, может привести к грубым ошибкам. С целью устранения помехов в некоторых работах рекомендовано предварительное концентрирование и отделение свинца от носителя методами электролиза [18], ионообменной хроматографии [4], экстракцией дитизоном [5, 6, 20], пирролидиндитиокарбаминатом аммония [3], диэтилдитиокарбаминатом натрия [2] и др.

Несмотря на большие успехи инструментальных методов определения микроколичеств свинца в объектах окружающей среды, фотометрические методы, благодаря доступности, чувствительности и надежности результатов, сохраняют конкурентноспособность. Наилучшим фотометрическим реагентом на свинец является дитизон [9, 10, 12, 13]. Высокое значение молярного коэффициента поглощения $6.86 \cdot 10^4 \lambda = 520 \text{ нм}$ [12] дает возможность определить до $0,1 \text{ мкг/мл Pb}^{2+}$. В присутствии KCN метод практически селективен [9, 10, 12, 13.], т. к. по содержанию в природных объектах Pb^{2+} , Sn^{2+} , Bi^{3+} и In^{3+} заметно уступают Pb^{2+} [21]. При анализе геологических объектов метод предварительного отделения Pb^{2+} применяется и в фотометрическом анализе [9, 14, 15].

При анализе твердых геологических объектов наиболее трудоемким и, пожалуй, «ошибкоопасным» является разложение пробы. Для этого прибегают к сплавлению пробы с метаборатом лития [2, 8, 18] или разлагают кислотами $\text{HF} + \text{HClO}_4$ и др. [4, 7, 9, 22]. Вскрытие проб возможно и смесью HCl и HNO_3 [23].



Дитизоновый метод пока является наилучшим в гидрохимическом анализе [9—13]. В сточных водах и водах сложного состава предпочитают предварительное отделение свинца, что также осуществляется дитизоном [9, 15]. При большом содержании органических веществ их окисляют смесью азотной и хлорной [11] или серной и азотной кислот [13].

Анализ приведенного в литературе материала показывает, что дитизоновый метод успешно можно применить для контроля содержания Pb^{2+} в объектах окружающей среды. При этом необходимо выбрать оптимальный вариант анализа и тщательно проверить достоверность полученных результатов. Международная интеркалибрация определения свинца в морской воде [24] показала низкое качество некоторых методов.

В литературе мало сведений относительно компетентно обоснованных способов предварительной подготовки проб воды. Часто не учитывается возможное существование различных форм свинца и рекомендованные способы консервации или обработки проб приводят к их перераспределению. Таким образом искажаются результаты.

Техника эксперимента. В работе применяли декатионированную воду, чистоту которой проверяли фотометрическим определением суммы тяжелых металлов /дитизон, рН=9,2/.

HCl и NH_4OH очищали изотермической дистилляцией, а вспомогательные растворы /KCN, цитраты, тартраты, буферный раствор/ — хлороформным раствором дитизона. Раствором дитизона очищали также примененную в эксперименте посуду.

Оптические измерения проводили на ФЭК—56 М и СФ—16, атомно-абсорбционные — на С—302, а потенциметрические — рН—340.

Во всех случаях анализов проводили контрольные определения для проверки чистоты реагентов и растворов.

Выбор вариантов экстракционно-фотометрического определения свинца. В литературе [9, 10, 12] описано несколько вариантов определения свинца дитизоном. Проще всего непосредственное фотометрирование экстракта /метод смешанной окраски/. Однако по этой методике получение строго стабильных результатов нам не удалось. Причина колебания величин оптических плотностей экстракта заключается в изменении содержания свободного дитизона в экстракте, которое в свою очередь зависит от соотношения объемов фаз и рН, при $\lambda=520$ нм, оптимальном для дитизоната свинца, частично поглащает и дитизон.

От этих недостатков свободен метод «одноцветной» окраски: из экстракта дитизон вымывается разбавленным раствором гидроксида аммония [9, 10]. При этом требуется тщательный подбор условий /рН и объем промывной жидкости, продолжительности контакта/, т. к. дитизон может остаться в органической фазе, или же разрушается часть дитизоната свинца. По нашим данным /рис. 1/ оптимальным рН является 10,5. Из 5—10 мл экстракта дитизон количественно вымывается 20 мл раствора аммиака.

В некоторых случаях рекомендуют т. н. «обратный» вариант. Раствор дитизоната свинца в хлороформе обрабатывается разбавленным HCl, дитизонат разрушается и фотометрируется высвобожденный дитизон ($\lambda=625$ нм). По чувствительности этот вариант превосходит другие (табл. I), но сравнительно длителен и можно применять при определении очень малых количеств свинца.

Сравнительная оценка разных вариантов экстракционно-фотометрического определения свинца дитизоном показала, что для определения 1—10 мкг Pb^{2+} наилучшим можно считать «одноцветный» вариант.

Предварительная обработка и хранение проб. Обычное содержание растворенного свинца в природных водах не превышает нескольких мкг/л [27]. Химико-аналитическая задача усложняется тем, что растворенная форма свинца не однородна по составу и ее нужно отделить от взвешенной формы.

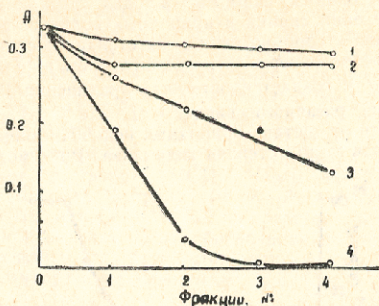


Рис. 1. Зависимость оптической плотности экстракта (5 мл) от pH раствора аммиака (20 мл). 1—pH 9,8; 2—pH 10,5; 3—pH 11,1; 4—pH 12,2.

Выделение $Pb_{раств.}^{2+}$ проще всего путем фильтрования проб через мембранный фильтр (диаметр пор $\approx 0,4$ мк). Фильтрованием проб в бумажных фильтрах (синяя лента) количественное отделение $Pb_{взв.}^{2+}$ не достигается, что часто является причиной получения завышенных результатов содержания $Pb_{раств.}^{2+}$. Присутствие взвесей особо нежелательно при кислотной обработке сухого остатка воды (к нему прибегают для разрушения органических комплексов свинца). В этих условиях в раствор переходят сорбированная и большая часть взвешенного свинца. По этой причине результаты содержания $Pb_{раств.}^{2+}$ в поверхностных водах, в среднем завышены на 0,8, а в питьевых водах на 0,2 мкг/л (табл. 2).

При подготовке проб нужно учесть хорошую сорбционную способность фильтров. Фильтрованием проб поверхностных вод и стандартных растворов Pb^{2+} в бумажных и мембранных фильтрах было найдено, что сорбированное количество Pb^{2+} достигает 0,002—0,005 мкг на $см^2$. Для устранения потери нужно применять предварительно «насыщенные» той же водой фильтры. Сорбированный на фильтрах Pb^{2+} легко можно десорбировать разбавленным раствором HCl. Однако при таком варианте работы необходимы фильтры, предварительно обработанные той же кислотой, т. к. в некоторых партиях фильтровальных бумаг содержание Pb^{2+} достигает 0,005 мкг/ $см^2$.

Значительная часть $Pb_{раств.}^{2+}$ в природных водах существует в закомплексованной форме [28]. По этой причине прямое экстракционно-фотометрическое определение Pb^{2+} дает заниженные результаты. Для получения истинных результатов необходимо разрушение неорганических комплексов свинца. С этой целью наиболее надежным является выпаривание пробы и обработка сухого остатка конц. H_2SO_4 смесью H_2SO_4 и HNO_3 и др. Нами надежные результаты получены путем

нагревания сухого остатка с 3 мл концентрированной H_2SO_4 и удале-
ния паров SO_2 .

В среднем, после кислотной обработки сухого остатка, по сравнению с
прямым экстракционным определением Pb^{2+} , результаты увеличены на
1,2—1,8 мкг /л/ табл. 2/. Эта разница дает возможность оценить коли-
чество закомплексованных форм Pb^{2+} в водах.

При определении свинца в природных водах источником ошибок
являются гидролиз и сорбция свинца на стенках сосуда. Оба процесса
можно количественно затормозить подкислением пробы до pH 4 /рис.
2/, однако при этом создается опасность увеличения Pb^{2+} за счет
звзвешенного и сорбируемого свинца.

В зависимости от состава природных вод /рН, концентрации потен-
циальных лигандов и др./ степень гидролиза Pb^{2+} может заметно от-

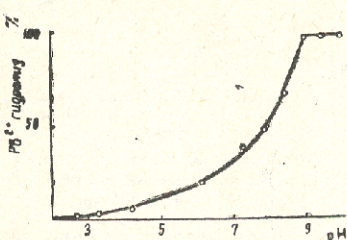


Рис. 2. Зависимость гидролиза свинца от pH (0,1 мкг/мл Pb^{2+} , вода р. Риони).

личаться от теоретического. На примере воды р. Риони установлено,
что за 14 суток на взвесах сорбируется 22—35% и гидролизуется
30—35% от внесенного Pb^{2+} . Таким образом, при низком содержании
свинца убыль достигает 90% (табл. 3).

Ионы свинца и продукты его гидролиза хорошо сорбируются на
стенках стеклянных сосудов. Установлено, что из 200 мл отфильтрован-
ных в мембранных фильтрах проб поверхностных вод (рН 7,9—8,2),
содержащих до 20 мкг Pb^{2+} за 7 суток на стенках колб сорбируется
25—30% свинца (десорбент 1% HCl).

Таким образом, для устранения потери Pb^{2+} в результате гидро-
лиза в сорбции, необходимо быстрое фильтрование проб через мем-
бранные фильтры и подкисление фильтрата HCl или HNO_3 до pH 3—4.
Сосуды для хранения проб должны быть предварительно обработаны
1% HCl для вымывания ранее сорбируемого свинца.

Ход анализа определения свинца в природных водах. 0,5—1,0 л во-
ду (или иной объем, содержащий 1—5 мкг Pb^{2+}) фильтруют через
мембранный фильтр (диаметр пор 0,4 мк), через который предварительно
был отфильтрован 0,2—0,3 л анализируемой пробы. К фильтрату до сла-
бокислой реакции добавляют 1:1 HCl и в стеклянных станках выпарива-
ют до 30—40 мл. Концентрат количественно переносят в кварцевую
чашку и продолжают выпаривание до получения сухого остатка. К ос-
татку добавляют 3 мл конц. H_2SO_4 , осторожно нагревают на электро-
плитке с асбестовой подстилкой до прекращения выделения паров
серного ангидрида. При получении сероватого остатка, что указывает
на большое содержание органических веществ в воде, процедуру кис-
лотной обработки повторяют. После охлаждения в чашку добавляют
10 мл 1:3 HCl, перемешивают, слабо нагревают и раствор фильтруют

в 25 мл колбу (фильтр-белая лента, предварительно промытый 1:3 HCl). Чашку 2—3 раза прополаскивают деионизированной водой (по стандартным расчетам, чтобы общий объем раствора составлял 25,0 мл. В зависимости от ожидаемого количества свинца для дальнейшего анализа берут аликвот, содержащий 1—5 мкг Pb²⁺). Концентрат (10—25 мл) переносят в 50 мл делительную воронку, добавляют 1—2 мл 10% раствора тартрата натрия-калия и pH доводят до 8, 5—9 бу гидроксидом (проба на индикаторную бумагу). В воронку вносят 5 мл ацетатного буфера (pH=9,2), 2 мл 5% KCN и после перемешивания — 5,0 мл 0,001% раствора дитизона в хлороформе. Смесь энергично встряхивают в течение 1,5—2 минуты и после разделения органическую фазу переносят в другую 50 мл воронку. Остаток дитизона вымывают 20 мл раствором NH₄OH (pH=10,5). Дитизонат свинца переносят в сухую пробирку с притертой пробкой, в которую вносят полоску сухой фильтрованной бумаги (бумага должна быть предварительно обработана разбавленным раствором HCl). Через 20—25 мин. измеряют оптическую плотность экстракта (ФЭК—56 М, светофильтр № 5, толщина слоя 10 мм, или СФ—16, 520 нм; раствор сравнения — вода). Содержание свинца находят на калибровочном графике, который строят на оптических плотностях экстрактов дитизоната свинца стандартных растворов (0, 1, 3 и 5 мкг Pb²⁺).

Определение свинца в воздухе. Свинец в воздухе может присутствовать в виде аэрозолей, летучих соединений и в молекулярной форме [25]. Поэтому общепринятый метод отбора проб аэрозольными фильтрами [26] не может дать достоверных результатов о валовом содержании свинца.

Для поглощения различных форм свинца из воздуха мы применили стеклянный прибор (рис.3) с жидким поглотителем. Конструкция прибора исключает основной недостаток жидких поглотителей, который заключается в неполном вымывании определяемого компонента из потока воздуха. При работе верхняя отводная трубка присоединяется к реометру и насосу, а в нижней части прибора наливается 25—30 мл 0,01 Н H₂SO₄. Скорость воздушного потока лимитируется возможностью уноса каплей жидкости через каплеуловитель. В наших условиях скорость менялась от 25 до 30 л/мин, а общий объем пропущенного через прибор воздуха составлял 500—1000 л. Воздух количественно вымывается, проходя через стеклянный фильтр и в «кипящий» слой поглотительной жидкости, которая из нижней части прибора потоком переносится в верхний. Сорбция свинца фильтром исключена из-за кислой реакции раствора.

Если в воздухе не ожидается присутствие нерастворимых и закомплексованных форм Pb²⁺, к определению приступают непосредственно, после нейтрализации кислоты. В противном случае жидкость выпаривают досуха, остаток обрабатывают H₂SO₄ и продолжают анализ по вышеописанной методике.

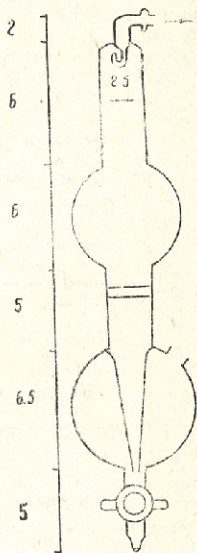
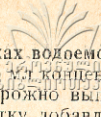


Рис. 3. Схема прибора для взятия проб воздуха и аэрозолей (размеры в см-ах).



Определение свинца в почвах, взвесах и донных осадках водоемов. К навеске (0,5000г) в стеклянном стакане добавляют 15 и 5 мл концентрированных растворов HCl и HNO₃ соответственно. Осторожно выпаривают на электроплитке до влажных солей [23]. К остатку добавляют 10 мл 1:1 HCl, перемешивают, нагревают до кипения и после охлаждения фильтруют в 25 мл колбу (белая лента, фильтр предварительно промывают 1:1 HCl). Стакан и остаток несколько раз промывают деионизированной водой с таким расчетом, чтобы общий объем раствора составлял 25,0 мл. 10 мл (или иной объем фильтрата, содержащий 1—5 мкг Pb²⁺) переносят в 50 мл делительную воронку, добавляют 5 мл 10% тартрата натрия-калия (или цитрат) и 6 н NH₄OH pH доводят до ~9. После добавления 5 мл ацетатного буфера (pH=9,2), 10 мл 0,01% раствором дитизона в хлороформе экстрагируют свинец и некоторые другие металлы. Органическую фазу переносят в другую воронку и 10 мл 1% HCl реэкстрагируют свинец. Реэкстракт переносят в 50 мл делительную воронку, гидроксидом аммония pH доводят до 8,5—9 и дальше определение продолжают так, как описано в анализе природных вод (буфер, KCN, 0,001% дитизон...).

Для проверки описанного хода анализа содержание свинца было определено в стандартных образцах почв и пород (табл. 4). Полученные нами данные мало отличаются от паспортных данных и результатов, полученных беспламенным атомно-абсорбционным методом (атомно-абсорбционные определения были выполнены в аналитической лаборатории института геологии АН Груз. ССР).

Таблица 1

Оптические плотности экстрактов, полученные по разной методике фотометрического определения свинца

Pb ²⁺ мкг	Метод		
	Смешанной окраски	Одноцветной окраски	Обратный вариант
0	0	0	0
1	0,037	0,046	0,066
3	0,115	0,135	0,200
5	0,180	0,235	0,325
10	0,360	0,450	0,645
Среднее для 1 мкг	0,036	0,046	0,066

Раствор сравнения — экстракт контрольного определения

Таблица 2

Результаты определения свинца в природных водах

Проба	pH	Pb ²⁺ мкг/л			
		Прямая экстракция	экстракция-реэкстракция	После обработки H ₂ SO ₄	
				синяя лента	Мембранный фильтр
1	2	3	4	5	6
Снег—Тбилиси	6,75	5,0	7,2	9,9	9,3
Кура—Ахалдаба	8,15	1,8	1,7	2,8	2,5
Арагви—Мцхета	8,20	1,0	1,8	3,5	1,8
Парагани—устье	7,85	2,2	2,2	3,6	2,7
Храми—Марнеули	7,97	3,6	4,0	4,5	4,5

1	2	3	4	5	6
Риони—Жонети	7,90	3,2	4,0	5,8	4,5
Оз. Цуди	8,10	1,8	1,3	3,2	2,6
Оз. Джандари	7,80	3,0	4,0	6,6	5,0
Питьевые воды					
Телави	7,75	1,0	1,0	0,5	0,5
Сигнаги	7,50	0,2	0,0	1,5	1,3
Анага	7,85	1,0	0,8	2,0	1,8

Таблица 3

Изменение относительного содержания свинца (%) в результате гидролиза и сорбции (вода р. Риони, 0,5 л, pH=7,90)

Внесено Pb ²⁺ мкг	После 7 суток		После 14 суток	
	Гидролизирован	Сорбирован	Гидролизирован	Сорбирован
10	15	35	55	35
30	13	26	48	26
50	12	20	44	22

Таблица 4

Результаты проверки фотометрического определения свинца в почвах

Объект	Pb ²⁺ мкг/г		
	По паспорту	Атомно-абсорбциометрически	Фотометрически
Почва, СП-1	16,0	—	15,0
Почва, СП-2	14,0	12,2	13,0
Почва, СП-3	16,0	18,2	16,0
Гранит, СГ—1А	18,0	—	18,5
Почва (Ахмета)	—	15,3	14,4
Почва, (Икалто)	—	15,4	17,4

Таблица 5

Результаты атомно-абсорбционного определения свинца в образцах

Место отбора пробы	Fe		Pb ²⁺ мкг/кг		
	%	мг/мл	Атомно-абсорбциометрически		Фотометрически (дифизином)
			прямое	в реактрате	
Телави	4,25	0,85	37	13	14,4
Ахмета	4,00	0,80	35	15	18,6
Кварели	3,00	0,60	34	19	21,6
Атени	0,29	0,06	14	10	12,3
Хидистави	0,63	0,12	14	11	13,3
Хидистави (у дороги)	0,81	0,15	19	15	15,8



Сравнение результатов фотометрического и атомно-абсорбционного определения Pb^{2+} в почвах (источник атомизации — плазма, спектроскоп С—302) показал, что они заметно отличаются (табл. 5), особенно в пробах с большим содержанием железа. По данным В. Прайса [2] наличие 1% железа даст 35% ошибку при определении 5 мкг/мл Pb^{2+} . В наших условиях ошибка будет больше из-за более неблагоприятного соотношения Fe:Pb. Изучение поглощения стандартных растворов железа ($FeCl_3$, очищенный дитизоном) при 283,3 нм (резонансная линия свинца) показало, что до 0,4—0,5 мг/мл Fe на результаты определения Pb^{2+} не влияет. Присутствие 0,6—1,1 мг/мл Fe эквивалентен 0,3—0,5 мкг/мл Pb^{2+} , что в пересчете на пробу составляет 15—20 мг/кг.

Источником ошибки является и неселективное поглощение. В тщательно очищенной дитизоном воде Черного моря «обнаруживается» около 0,5 мкг/мл Pb^{2+} . Примерно такая же ошибка возможна при анализе почв и др., т. к. в полученном по методике [23] концентрате содержание солей примерно столько же, сколько в воде Черного моря (17 мг/мл).

Возможные помехи легко устраняются путем предварительного концентрирования и отделения Pb^{2+} дитизоном (экстракция 0,01% дитизоном, реэкстракция HCl; см. выше). Результаты атомно-абсорбционного (в реэкстракте) и фотометрического определения Pb^{2+} мало отличаются друг от друга (табл. 5). Таким образом, проведена сравнительная проверка разных вариантов экстракционно-фотометрического определения свинца дитизоном в объектах окружающей среды. По выбранному ходу анализа 1—5 мкг Pb^{2+} можно определять с относительной ошибкой менее 10%.

Изучено влияние способов предварительной подготовки воды на результаты определения свинца.

Предложена удобная конструкция поглотителя для определения микрокомпонентов в воздухе.

Кафедра аналитической химии

ЛИТЕРАТУРА

1. F. N. Ward, M. S. Fishman, Lead in the Environment, Washington, 1976. 61—84.
2. В. Прайс, Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия, «Мир», М., 1976.
3. С. А. Мамонтова, Н. Ф. Пчелинцева Ж. аналит. химии, 1979, т. 34 № 11. 2231—2235.
4. S. Korkisch, H. Gross, Talanta 1974. v 21 № 10. 1025—1034.
5. C. Patterson, D. Settle, B. Glover Mar. chem., 1976, v. 4 № 4 305—319.
6. Н. А. Паничев Ю. И. Туркин, Проблемы современной аналитической химии, вып. 2, изд. ЛГУ, 1977.
7. H. Heinrichs, Z. anal. chem., 1979. v. 295 № 5. 355—361.
8. E. V. Nuhfer, R. R. Romanosky, Atom absorpt. Newsllett., 1979. v 18 № 1. 8—9.
9. Е. Сендел. Колориметрические методы определения следов металлов. «Мир», М., 1964.
10. Г. Иванчев, Дитизон и его применение. ИЛ, М., 1961.
11. Унифицированные методы анализа вод. «Химия», М., 1973, 297—303.
12. З. Марченко, Фотометрическое определение элементов. «Мир», М., 1971, 339—345.
13. Die Untersuchung von Wasser. Darmstadt 24—29.
14. З. А. Баскова, Ж. аналит. химии, 1959, т. 14, 75—80.

Цитирован
197910333

15. Тацуо Навано, J. Jap. Water Narhs Assoc. 1972, № 449, 31—38. Цитирован по Реф. ж. химии, 1972, 15Г 151.
16. В. Я. Еременко Спектрографическое определение микроэлементов. Метиздат, Л., 1969.
17. И. И. Бурцев и др. Сб. «Защита атмосф. от загрязнений», вып. 2 1974, 40—45, Вильнюс.
18. В. И. Ригин, И. В. Ригина, Ж. аналит. химии, т. 34, № 6, 1121—1127.
19. Jack Murply, Stockton Harrisson, Atom. Absorpt. Newslett. 1975, v. 14, № 2 40—41.
20. K. L. Lu, J. D. Pulbord, H. S. Duncan, Anal. chem. acta, 1979, v 106, № 2 319—324.
21. Г. В. Войткевич, и др. Краткий справочник по геохимии. «Недра», М., 1977.
22. П. Джеффри, Химические методы анализа горных пород. «Мир», М., 1973.
23. Руководство по применению атомно-абсорбционных методов в анализе минерального сырья. Министерство геологии РСФСР, Л., 1976.
24. Interlaboratory lead analyses of standardized samples of seawater, Mar. chem 1974, v. 2 № 1. 69—84.
25. J. M. Robinson, D. K. Wolcott, Lett Environ., 1974, v 6, № 4, 321—333
26. Е. А. Пергуд, Е. В. Гернет, Химический анализ воздуха промышленных предприятий. «Химия» Л., 1970. 16—22.
27. Т. Н. Жигалническая, Э. М. Махалко, и др. Тр. ин-та эксп. метеорол., 1974. вып. 2, 5—183.
28. R. L. Wershaw, Geol. Surv. Profess Pap., 1976, № 967, 13—16.

017

ბ. სუპატაშვილი, ლ. შარმიანიშვილი, ჯ. გურჯია, გ. ასამბაძე

ბჰვიის მახარაჰვიულ-ფოტომეტრული განსაზღვრა დითიზონით
პარამოს ობიექტებში

რეზიუმე

შედარებულია მცირე რაოდენობა ტყვიის ექსტრაქციულ-ფოტომეტრული განსაზღვრის სხვადასხვა ვარიანტი. აღწერილია ჰაერში, წყლებში, ნიადაგებში და სხვა 1-5 მკგ ტყვიის განსაზღვრის მსგელობები. შედარებულია ფოტომეტრული და ატომურ-აბსორბციული განსაზღვრის შედეგები. მოწოდებულია ჰაერის სინგების ასაღები ხელსაწყოთა ახალი ვარიანტი.

G. SUPATASHVILI, L. SHARMIASHVILI, ZH. GURJIA, G. ASAMBADZE

EXTRACTIVE-PHOTOMETRIC DETERMINATION OF LEAD WITH THE
AID OF DITHIZONE IN ENVIRONMENTAL OBJECTS

Summary

Different variants of extractive-photometric determination of small quantities of lead are compared. The procedures of determining 1-5 mcg of lead in the air, waters, soils, etc. are described. The results of photometric and atomic-absorptive determination are compared. A new variant of air sampling is proposed.

ბაქ. სსრ კ. მარქსის
სახ. უ. ბ. რესპუბ.
გ. გლ. ო. ტყეა

საქართველოს
საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა
აкадеმიის
გამომცემლობა

15. Тацуо Навано, J. Jap. Water Natls Assoc. 1972, № 449, 31—33. Цитирован по Реф. ж. химии, 1972, 15Г 151.
16. В. Я. Еременко Спектрографическое определение микроэлементов. Гидрометиздат, Л., 1969.
17. И. И. Бурцев и др. Сб. «Защита атмосф. от загрязнений», вып. 2 1974, 40—45, Вильнюс.
18. В. И. Ригин, И. В. Ригина, Ж. анализ, химия, т. 34, № 6. 1121—1127.
19. Jack Murply, Stockton Harrison, Atom. Absorpt. Newslett. 1975, v. 14, № 2 40—41.
20. K. L. Lu, J. D. Pulbord, H. S. Duncan, Anal. chem. acta, 1979, v 106, № 2 319—324.
21. Г. В. Войткевич, и др. Краткий справочник по геохимии. «Недра», М., 1977.
22. П. Джеффри, Химические методы анализа горных пород. «Мир», М., 1973.
23. Руководство по применению атомно-абсорбционных методов в анализе минерального сырья. Министерство геологии РСФСР, Л., 1976.
24. Interlaboratory lead analyses of standardized samples of seawater, Mar. chem 1974, v. 2 № 1. 69—84.
25. J. M. Robinson, D. K. Wolcott, Lett Environ., 1974, v 6, № 4, 321—333
26. Е. А. Пергуд, Е. В. Гервет, Химический анализ воздуха промышленных предприятий. «Химия» Л., 1970. 16—22.
27. Т. Н. Жигалинская, Э. М. Махонко, и др. Тр. ин-та экп. метеорол., 1974. вып. 2. 5—183.
28. R. L. Wershaw, Geol. Surv. Profess Pap., 1976, № 957, 13—16.

ბ. სუპატაშვილი, ლ. შარშიაშვილი, ზ. გურჯია, გ. ასამბაძე

ბჰვიის მსხრავივიულ-ფოტომეტრული განსაზღვრა დითიზონით
ბარაფოს ობიექტებში

რეზიუმე

შედარებულია მცირე რაოდენობა ტყვიის ექსტრაქციულ-ფოტომეტრული განსაზღვრის სხვადასხვა ვარიანტი. აღწერილია ჰაერში, წყლებში, ნიადაგებში და სხვა 1-5 მკგ ტყვიის განსაზღვრის მსვლელობები. შედარებულია ფოტომეტრული და ატომურ-აბსორბციული განსაზღვრის შედეგები. მოწოდებულია ჰაერის სინჯების ასაღები ხელსაწყო ახალი ვარიანტი.

G. SUPATASHVILI, L. SHARMIASHVILI, ZH. GURJIA, G. ASAMBADZE

EXTRACTIVE-PHOTOMETRIC DETERMINATION OF LEAD WITH THE
AID OF DITHIZONE IN ENVIRONMENTAL OBJECTS

Summary

Different variants of extractive-photometric determination of small quantities of lead are compared. The procedures of determining 1-5 mcg of lead in the air, waters, soils, etc. are described. The results of photometric and atomic-absorptive determination are compared. A new variant of air sampling is proposed.

ბაქ. სსრ კ. მარქსის
სახ. ი. ხ. რესპუბ.
გამომცემლობა

УДК 543.535.2:547.9.

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ГАФНИЯ С 1-(2-ПИРИДИЛАЗО)- РЕЗОРЦИНОМ С ЦЕЛЮЮ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В АНАЛИТИ- ЧЕСКОЙ ХИМИИ

К. ГРИГАЛАШВИЛИ, О. МАНДЖГАЛАДЗЕ,
Э. ЧАЧУА, К. БАЗИЕРАШВИЛИ

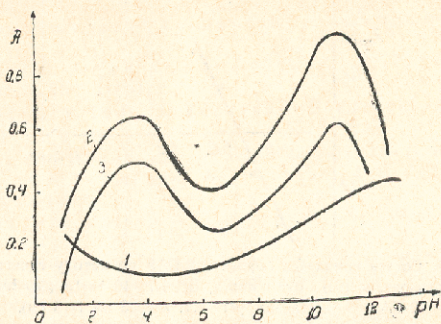
Возможность спектрофотометрического определения гафния с помощью 1-(2-пиридилазо)-резорцина (далее 2-ПАР*) практически не изучалась [1], тогда как реакция 2-ПАР с таким близким по свойству элементом как цирконий, неоднократно была объектом детального изучения [1—4]. Кислотно-основные свойства [5—10], электронное строение [11, 12] и таутомерные превращения [11—15] реагента в водных растворах при различной кислотности изучали многие авторы. Мы последовали взаимодействию гафния с 2-ПАР с целью применения в фотометрическом анализе. В экспериментальной работе применяли те же методы, что и при изучении взаимодействия гафния с триоксифлуорогенами [16], пирокатехиновым фиолетовым [17], формазаном II [18] и ураном [19].

Реагенты и аппаратура. Для приготовления исходных растворов (10^{-2} — 10^{-3} м) растворили оксихлорид гафния, $\text{HfOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ в 2М HClO_4 ; моносодриевую соль реагента, содержащую одну молекулу кристаллизационной воды: $\text{C}_{11}\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2\text{Na} \cdot \text{H}_2\text{O}$; растворили в воде-бидистилате. Рабочие растворы готовили из исходных перед употреблением ($2 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л Hf и $2 \cdot 10^{-3}$ М 2-ПАР). Нужные значения pH устанавливали с помощью HClO_4 , NaOH и ацетатных буферных смесей, которые готовили из х. ч. CH_3COOH и $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Спектрофотометрические измерения производили с помощью фотометров марки „СФ—16“ и „ФЭК—56М“, потенциометрические—аппарата „рН-673“. Определения производили при комнатной температуре— $25 \pm 1^\circ\text{C}$, после установления в растворах равновесия, на это требовалось—15—20 минут.

Результаты эксперимента и их обсуждение. 2-ПАР с гафнием образует два комплекса: в слабокислой среде (pH опт. 3,7)—пурпурный, в слабощелочной—(pH \geq 11)—красный (см. рис. 1).

* В отличие от своего структурного изомера (3-ПАР) в 2-ПАР гетероциклический азот находится в ортоположении к азогруппе.

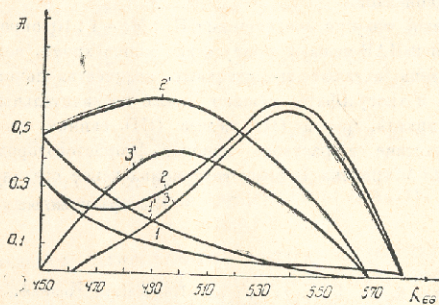
Пурпурный комплекс более устойчив; при введении в раствор об. % этанола, окрашенный раствор устойчив до четырех часов. Максимальная окраска растворов достигается при десятикратном избытке реагента по отношению к металлу. При нагревании до 60° пурпурный комплекс полностью разрушается. На образование окраски сильно влияет



1. Кривые зависимости оптической плотности растворов 2-ПАР (1) и его комплексов с гафнием (2) от концентрации H^+ и разность (3). ($0,8 \cdot 10^{-5}$ г-ион/л Hf, $0,8 \cdot 10^{-4}$ М 2-ПАР, 30% этанола, $\lambda=533$ нм, $l=3$ см.).

порядок добавления компонентов. Растворы комплекса подчиняются закону Ламберта-Бера в пределах концентрации $0,24 \cdot 10^{-5}$ — $1,5 \cdot 10^{-5}$ г-ион/л Hf ($0,43$ — $2,7$ мг/мл).

На рис. 2 представлены спектры поглощения растворов реагента и комплексов. Максимумы светопоглощения находятся при 533 нм ($pH=$

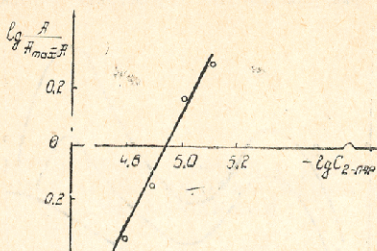


2. Спектры светопоглощения раствора 2-ПАР (1,1'), его комплексов с гафнием (2,2') и разностные кривые (3,3'); ($0,8 \cdot 10^{-5}$ г-ион/л Hf, $0,8 \cdot 10^{-4}$ М 2-ПАР, 30% этанола; 1, 2, 3— $pH=3,7$, 1', 2', 3'— $pH \approx 11$, $l=1$ см.).

3,7) и 495 нм ($pH \geq 11$). Состав пурпурного комплекса определяли методами сдвига равновесия (рис. 3) и изомолярных серий. Оба метода указывают на образование комплекса с соотношением Hf : 2-ПАР = 1 : 2.



Методика определения. К нейтральному или к слабощелочному раствору в мерной колбе емк. 25 мл (II—68 мкг Hf) добавляют десятикратный избыток водного раствора реагента, 8 мл 96%-го этанола, разбавляют ацетатным буферным раствором до метки для установления необ-



3. Состав комплекса гафния с 2-ПАР по методу сдвига равновесия ($0,8 \cdot 10^{-5}$ г-ион/л, Hf, $0,7 \cdot 10^{-5}$ — $1,6 \cdot 10^{-5}$ М 2-ПАР, 30% этанола, pH=3,7, $\lambda=533$ нм $l=8$ см).

ходимой кислотности (рН 3,7), перемешивают и через 15—20 минут фотометрируют относительно нулевого раствора реагента в кювете с толщиной слоя 3 см при 533 нм. Серии растворов, нужные для построения калибровочного графика, готовят в тех же условиях.

Влияние посторонних ионов на определение. С целью выяснения избирательного действия реагента было изучено влияние и интервалы допустимости ионов, которые с 2-ПАР образуют комплексные соединения. Для этого серии опытов готовили в наличии других ионов, а измерение проводили по отношению к раствору сравнения без наличия мешающих компонентов.

Установлено, что при соотношении Hf: Me=1:10 определению гафния с помощью 2-ПАР мешают присутствие ионов хрома, вольфрама, марганца и молибдена, а также значительные количества ионов хлора, нитрата, роданида и тиосульфата; мешают также незначительные количества ионов цинка, никеля, ртути (II), железа (III), свинца, олова, титана и ванадия. Присутствие в растворе анионов фтористоводородной, винной, лимонной кислот и трилона Б разрушает комплексное соединение.

Кафедра аналитической химии

ЛИТЕРАТУРА

1. О. А. Татаев, К. Н. Багдасаров. «Применение органических реагентов в электрофотометрии», часть II, Махачкала, 1972, стр. 156.
2. О. А. Татаев, Е. А. Ярышева, Г. Г. Кулиева. Сборник научных сообщений, вып. III, Махачкала, 1968, стр. 37.
3. S. G. Nagarkar, M. C. Eshwar, *Microchim. acta.* № 5, 797, (1975); цит по Pxx 1975 4Г 81.
4. О. В. Манджгаладзе, Н. С. Мгеладзе, К. Г. Базиерашвили. Известия АН ГССР, серия химическая, 6, 31, (1980).
5. M. Hnilichova, L. Sommer. *Coll. Czech. Chem. Comm.* 26, 2189, (1961)



6 W. Creary, G. Nichless, F. Poiland. *Analyt. chim. acta*, 26, 575, (1962).
 7. A. Corsini, M. Yin, G. Fernando, H. Freiser. *Analyt. chem.* 34, 1090, (1962).
 8. И. П. Аллмарип, Хань Ся-и. *Ж. аналит. химии*, 18, 182, (1963).
 9. А. И. Бусев, В. М. Ивансв. *Ж. аналит. химии*, 19, 1238, (1964).
 10. И. А. Бабенко, Л. И. Русев, А. К. Симахова, *Ж. аналит. химии*, 25, 1539 (1970).
 11. Э. Л. Кузин, С. Б. Саввин, А. А. Грибов. *Тр. комиссии по аналит. химии*, 17, 42, (1969).
 12. С. Б. Саввин, Л. А. Грибов, В. Л. Лебедев, Е. А. Лихоница, *Ж. аналит. химии*, 26, 2108 (1971).
 13. D. Beteridze, K. Todd, Q. Fernando, H. Freiser. *Analyt. Chem*, 35 729 (1963)
 14. С. И. Гусев, Е. Н. Николаева. *Ж. аналит. химии*, 21, 166 (1966).
 15. С. Гусев, И. Н. Глушкова, Л. А. Кетова, А. С. Песис, *Ж. аналит. химии*, 25, 260 (1970).
 16. О. В. Манджгаладзе, В. А. Назаренко. *Ж. аналит. химии*, 26, 833, (1971).
 17. О. В. Манджгаладзе. *Труды молодых работников Тбилисского государственного университета — серия физико-математических и естественных наук*. Тбилиси, 1974, стр. 179.
 18. О. В. Манджгаладзе. *Ж. аналит. химии*, 31, 1567, (1976).
 19. О. В. Манджгаладзе, *Сообщения Академии наук Груз. ССР*, 85, 69, (1977).

ა. გრიგალაშვილი, ო. მანჯგალაძე, ე. ხაჩუა, კ. ბაზიერაშვილი

1—(2-პირიდილაზო)—რეზორცინთან კომპლექსების კომპლექსების შესწავლა ანალიზურ მიზნით მათი გამოყენების მიზნით

რეზიუმე

სპექტროფოტომეტრულად შესწავლილია რეაქცია ჰაფნიუმსა და 1-(2-პირიდილაზო)-რეზორცინს შორის და დადგენილია მისი გამოყენების შესაძლებლობა ფოტომეტრული განსაზღვრისათვის. სუსტ მუავა გარემოში მიღებული კომპლექსის ხსნართა ოპტიკური სიმკვრივე ლითონის კონცენტრაციის პირდაპირპროპორციულია ზღვრებში: 0,32 — 2,7 მკგ/მლ.

K. GRIGALASHVILI, O. MANJGALADZE, E. CHACHUA, K. BAZIERASHVILI

STUDY OF COMPLEXES OF HAFNIUM WITH 1-(2-PYRIDYLAZO)-RESORCINOL FOR THE PURPOSE OF THEIR APPLICATION IN ANALYTIC CHEMISTRY

Summary

The reaction between hafnium and 1-2-(pyridylazo)-2,4-dihydroxybenzene (2-PAR) was studied spectrophotometrically and the possibility of its application to photometric determination of hafnium in the absence of zirconium assessed. The solutions of hafnium complex with 2-PAR obey Beer's law, with the concentration range 0,43=2,7 mcg/ml.

ПРИМЕНЕНИЕ УМЯГЧЕННОЙ ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ КОКОМОТАНИЯ

А. НОГАИДЕЛИ, З. ТАБИДЗЕ, Ш. ПИЧХАДЗЕ,
Е. ГРДЗЕЛИШВИЛИ, Е. ДАДИВАДЗЕ

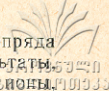
Известно, что процесс запарки и размотки коконов шелка-сырца проводят в водных растворах. В настоящее время установлено, что химический состав воды является важным фактором для нормального процесса кокономотания. Содержание в воде солей тяжелых металлов (железа, алюминия и др.), даже при небольшом количестве, оказывает вредное влияние на процесс размотки коконов, что влечет за собой ухудшение разматываемости коконов, удлинение запарки, затруднение отыскивания концов коконной нити, снижение связанности и уменьшение выхода шелка-сырца (1); т. е. от качества воды зависит количество и сортность вырабатываемого шелка-сырца. Несмотря на это, вопрос об оптимальном качестве технологической воды для кокономотания окончательно еще не решен.

Целью настоящей работы является изучение химического состава воды, употребляемой шелкомотальными фабриками, и подбор оптимального состава воды для проведения процесса кокономотания, чтобы получить нить с лучшими физико-механическими показателями.

Известен способ переработки коконов в воде различной жесткости и щелочности, которую получают смешиванием воды из водопровода ($J = 12$ мг экв/л) и умягченной воды из котельной ($J = 0,1$ мг экв/л) в определенных пропорциях, а для нейтрализации щелочности добавляют серную кислоту. Авторы рекомендуют проводить запарку и размотку коконов в водных ваннах с жесткостью и щелочностью 2 мг экв/л, при котором для любых коконов выход шелка-сырца увеличивается примерно на 1% (абс) (2).

Однако существующий способ не применим для всех технических вод, в частности, для воды Грузинской ССР, т. к. в воде Самтредской и Цулукидзеvской ш/м фабрик ионы железа содержатся 2,25—0,28 мг/л (3). Кроме того, при добавлении в воду серной кислоты образуются сернокислые соли, присутствие которых замедляет набухание серицина — плохо подыскиваются концы коконных нитей (размотка ухудшается), связанность, крепость и удлинение шелка-сырца падают, сырец становится жестким.

Нами была проведена запарка и размотка шелка-сырца с помощью деминерализованной воды. Деминерализованную воду, общая жесткость которой равна нулю, получали при помощи ионообменных полимеров путем фильтрования технических вод через катионит и анионит



в фильтрах смешанного действия. Но при разметке коконов шелкопряда в деминерализованной воде не были достигнуты желаемые результаты, поэтому к деминерализованной воде искусственно добавляли ионы, которые умягчают воду и улучшают запарку и размотку коконов шелка-сырца. В таблице 1 приведены данные лабораторного определения жесткости деминерализованной воды при добавлении различных солей.

Коконы шелкопряда, сорта 1+2+3+пятнистый, помещали в запарочный аппарат и запаривали в обычных условиях в течение 2—3 мин., встряхивали также в условиях, аналогичных стандартным. Разматывали коконы на Самтредской шелкомотальной фабрике. Испытания проводились на 36-секционной установке. Наблюдение проводилось на двух секциях, на которых было разматано 64 кг коконов шелкопряда.

В таблице 2 приводятся результаты размотки коконов и качественные показатели шелка-сырца для технических и деминерализованных вод; также конкретные примеры с минимальным и максимальным содержанием солей в деминерализованной воде. Как видно из таблицы, из всех вариантов умягченной воды предпочтительнее по своим результатам вариант «а».

В таблице 3 приводится химический состав воды, используемый на Самтредской ш/м фабрике в настоящее время, и химический состав вод, приготовленный по известному и по предложенному способам.

В таблице 4 приведены сравнительные данные размотки коконов и качественные показатели шелка-сырца для предложенного и известного способов. Как видно из таблицы, по предложенному способу повышается перемоточная способность и увеличивается выход шелка-сырца.

Таким образом, нами предложен способ запарки размотки коконов шелкопряда с использованием водных ванн, содержащих 0,03—0,04 мг. л CaCl_2 и 0,01—0,02 мг. л Na_2CO_3 (4).

Преимущество предложенного способа заключается в том, что для запарки и размотки коконов шелкопряда можно применять техническую воду любого состава, в том числе воду, которая содержит ионы тяжелых металлов, т. к. иониты дают возможность удалить все ионы, как катионы, так и анионы, и получить деминерализованную воду ($\text{Ж}=0$), а потом искусственно добавить в нее те ионы, которые улучшают запарку и размотку коконов. Кроме того, сам ионообменный способ дает возможность получить воду заданной жесткости и щелочности, регенерируя ее раствором соответствующих солей.

Кафедра химии высокомолекулярных соединений

Таблица 1

Определение жесткости деминерализованной воды при внесении разных солей

№	Варианты	CaCl_2 мг/л	Na_2CO_3 хг/л	Na_2SO_4 мг/л	MgCl_2 мг/л	Жесткость мг—эquiv		
						Общая	Временная	Постоянная
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	а	0,0376	0,0192	—	—	1,0	0,61	0,39
	б	0,0776	0,0384	—	—	1,07	0,68	0,56
	в	0,1164	0,0760	—	—	1,21	0,73	0,45

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	а	0,0388	—	—	—	0,98	0,41	0,52
	б	0,0776	—	—	—	1,07	0,50	0,57
	в	0,1164	—	—	—	1,79	0,71	1,0
3	а	0,0368	—	0,0092	—	0,50	0,32	0,18
	б	0,0776	—	0,0184	—	1,07	0,41	0,66
	в	0,1164	—	0,0276	—	1,39	0,89	0,50
4	а	—	—	0,0092	—	0,50	0,32	0,18
	б	—	—	0,0184	—	0,71	0,41	0,30
	в	—	—	0,0205	—	0,78	0,46	0,32
5	а	0,0888	0,0192	0,0092	0,0348	1,00	0,61	0,39
	б	0,0776	0,0584	0,0184	0,0696	1,07	0,68	0,59
	в	0,1104	0,0760	0,0276	0,1044	1,39	0,89	0,50

Таблица 2

Результаты размотки коконов и качественные показатели шелка-сырца

Сорт коконов	Параметры воды			Перемоточная способность обр/кг	Разматываемость коконов в I прием	Выход шелка-сырца в %	Шелконосность %	Относительная разрывная нагрузка кс/текст	Удлинение до разрыва %	Чистота усл. %	К-во приведенных дефектов	Неравнога номера	Связанность, хода кореток
	Ж	Щ	pH										
1+2+3+4 кятис- тый	6,52	3,3	7,8	68	51	30,9	45,8	31,0	17,1	78	9	8,9	90
	0	1,5	6,1	73,5	57,0	84,1	48,7	42,6	18,3	85,1	8	7,8	156
	1,0	1,8	6,6	74,3	58,7	39,76	50	37,0	19,7	88,5	7	7,0	182
	1,21	2,5	7,0	75,9	57,5	84,55	49	34,0	19,1	87,3	5	7,4	175

Таблица 3

Химический состав воды

Предприятие	Жесткость мг-экв			pH	Анионы мг-ке.					Катионы мг-эка					
	общая	временная	Постоян		SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	Ca	Mg	Na	K	Fe	Al
Техническая вода на Самтредской ш/м фабрике	6,6	5,9	0,7	7,4	24	5,9	0,32	0,96	0,03	4,20	1,7	0,56	0,05	0,28	0,69
Вода, приготовленная по известному способу	2	1,8	0,2	2	8	1,8	0,1	0,3	0,01	1,5	0,51	0,17	0,015	0,15	0,2
Вода, приготовленная по предложенному способу	1,0	0,61	0,39	1,8	—	0,61	0,05	—	—	1,0	—	0,15	—	—	—



Показатели	С п о с о б	
	Предложенный	Известный
Перемоточная способность обр/кг	74,8	50
Выход шелка-сырца %	34,86	33
Относительная разрывная нагрузка, кгс/текст	37,0	33
Удлинение, %	19,7	19,0
Чистота, %	88,5	88
Количество приведенных дефектов	7,0	23
Связанность, ходы кореток	182	48

ლიტერატურა

1. В. В. Линде, Технология шелка. Гизлегпром, М., 1951.
2. И. М. Капилов, Ш. С. Сатинбаев, Г. И. Архипова, И. Е. Заредкая, Переработка коконов в воде различной жесткости и щелочности. «Шелк», 1974.
3. М. И. Горячев, Вода кокономотания, «Шелк», 3, 1969.
4. А. И. Ногaidели, З. С. Табидзе, Ш. Б. Пичхадзе, Е. А. Грдзелишვილი, Е. А. Дадивадзе, Способ получения шелка-сырца. Авт. св. № 582340. 1977.

ანოზანიფიქცი, ზ. ტაბიძე, შ. შიჩხაძე, ე. გრძელისვილი, ე. დადივაძე

პარკის ამოხვევის პროცესში დაბრუნებული წყლის გამოყენება

რეზიუმე

ტექნიკური წყლის გატარებით იონმცვლელ პოლიმერებზე მიღებული იქნა დემინერალიზებული წყალი, რომელსაც ხელოვნურად დავუმატეთ 0,03—0,04 მგ/ლ. $CaCl_2$ და 0,01—0,02 მგ/ლ. Na_2CO_3 . ამ გზით მიღებული დარბილებული წყლით ჩვეულებრივ აბრეშუმის პარკის ხარშვა და ამოხვევა. დარბილებული წყლის გამოყენებით იზრდება პარკის ამოხვევის უნარიანობა და დიდდება აბრეშუმის ნედლეულის გამოსავლიანობა.

A. NOGAIDELI, Z. TABIDZE, SH. PICHKHADZE,
E. GRDZELISVILI, E. DADIVADZE

USE OF SOFTENED WATER IN THE REELING PROCESS

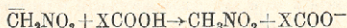
Summary

Demineralized water was obtained by passing circulating water on ion exchange polymers; 0.03—0.04 mg/l $CaCl_2$ and 0.01—0.02 mg/l Na_2CO_3 was added, and the resulting softened water was used for boiling silk cocoons and filature. The use of softened water enhances the reeling capacity of cocoons increasing the yield of silk raw material.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ПЕРЕНОСА ПРОТОНА МЕЖДУ НИТРОМЕТАНОМ И НЕКОТОРЫМИ КАРБОНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

М. ГВЕРДЦИТЕЛИ

В работе [1] была изучена кинетика реакций переноса протона между нитрометаном и некоторыми карбоновыми кислотами. Уравнение изучаемых реакций имеет вид:



Исследование этих процессов проведено нами в рамках квантово-механической теории кинетики жидкофазных химических реакций [2] с использованием простой линейной модели, не учитывающей внутренней деформации молекул. Соответствующее этой модели выражение для свободной энергии активации имеет вид [3]:

$$\Delta G^\ddagger = \frac{(\Delta G_0 + E_s)^2}{4E_s} - RT \ln \left(\alpha \frac{h\omega_{\text{эфф}} \Delta V}{kT} \right) \quad (1)$$

Входящие в выражение (1) величины имеют следующий смысл: ΔG_0 — свободная энергия реакции; E_s — энергия реорганизации растворителя (ккал/моль); α — трансмиссионный коэффициент; $\omega_{\text{эфф}}$ — эффективная частота флуктуации поляризации растворителя (сек^{-1}); ΔV — реакционный объем (моль^{-1}).

Для оценки параметра E_s воспользуемся результатом работы [2], согласно которому величина E_s в приближении металлических сфер [4] равняется

$$E_s = 0,86e^2 \left(\frac{1}{\epsilon_0} - \frac{1}{\epsilon_s} \right) \left(\frac{1}{2r_1} + \frac{1}{2r_2} - \frac{1}{L} \right) \quad (2)$$

где r_1 и r_2 — радиусы сфер, моделирующие реагенты, L — расстояние между центрами сфер, e — заряд электрона, ϵ_0 и ϵ_s — соответственно оптическая и статическая диэлектрическая проницаемость.

Исходя из структурных данных [5] и принимая во внимание, что после отщепления протона заряд в XCOO^- в основном равномерно распределен в фрагменте $-\text{COO}^-$, мы аппроксимировали его сферой радиуса $r_1 = 1,7 \text{ \AA}$. Для $\overline{\text{C}}\text{H}_2\text{NO}_2$ мы приняли значение $r_2 = 1,8 \text{ \AA}$. Расстояние переноса протона обычно находится в пределах $0,4 - 0,8 \text{ \AA}$ [6]. Энергия реорганизации растворителя, рассчитанная с указанными значениями параметров, составляет $E_s = 48$ ккал/моль.

Для воды $\omega_{эфф} = 10^{13} \text{ сек}^{-1}$. [7]. Оценка реакционного объема дает значение $\Delta V = 10^{-2} \text{ моль}^{-1}$.

Трансмиссионный коэффициент κ оценивался по формуле [2]

$$\kappa = \frac{2 |V_{ep}|^2}{(h^2 \omega_{эфф}^2 / kT E_a / \pi^2)^{1/2}} \quad (3)$$

где V_{ep} — электронно-протонный матричный элемент, который приближенно можно аппроксимировать следующим образом [2]:

$$|V_{ep}| \sim |V_{if}| \exp(-\sigma/2). \quad (4)$$

Значение фактора туннелирования протона σ было вычислено на ЭВМ по соответствующей программе. Расчет V_{if} — электронного матричного элемента $V_{if} = \langle \Psi_i | V | \Psi_f \rangle$ был проведен с использованием четырехэлектронных волновых функций: Ψ_i — факторизованной из двухэлектронной волновой функции связи O—H и волновых функций свободной пары электронов углерода; Ψ_f — факторизованной из двухэлектронной волновой функции связи C—H и волновых функций пары электронов кислорода. Подстановка численных значений, входящих в формулу (3) параметров, дает значение трансмиссионного коэффициента $\kappa = 10^{-1}$, т. е. реакция неадиабатическая.

Результаты расчета корреляционной зависимости $\Delta G^\ddagger \sim \Delta G_0$ приведены на 1 рисунке. Среднеквадратическое отклонение экспериментальных

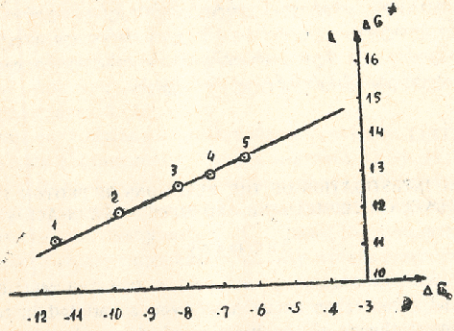


Рис. 1. Корреляция между свободными энергиями активации и реакции для процесса взаимодействия нитрометана с карбоновыми кислотами: 1. $\text{CH}_2\text{Cl}_2\text{COOH}$, 2. CH_2ClCOOH , 3. $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{COOH}$, 4. CH_3COOH , 5. $\text{COO}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$

точек от теоретической кривой не превышает $\pm 0,2$ ккал/моль, т. е. находится в пределах экспериментальной погрешности.

В заключение вычислим коэффициент симметрии α , который определяется как [2]

$$\alpha = d(\Delta G^\ddagger) / d(\Delta G_0) = 0,5 + \frac{\Delta G_0}{2E_a} \quad (5)$$



Для этой реакционной серии (в интервале значений ΔG_0 — 12~0) γ меняется от 0,88 до 0,5

Кафедра органической химии

ЛИТЕРАТУРА

1. S. H. Margol, V. K. La Mer. J. Amer. Chem. Soc., 61, 2018 (1939).
2. P. P. Догондзе, А. М. Кузнецов. Сб. „Физическая химия. Кинетика“, 2, М., 1973.
3. М. И. Гвердцители, Э. Д. Герман, P. P. Догондзе. Изв. АН. СССР, сер. хим., 5, 1975, 1029.
4. R. A. Marcus. J. Chem. Phys., 24, 966 (1956).
- 5 Tables of Interatomic Distances and Gonfiguration in Molecules and Ions. Ed. by L. E. Sutton, London, 1958.
6. V. G. Levich, R. R. Dogonadze. E. D. German, A. M. Kuznetsov, Yu. I. Kharkats. Electrochem. Acta, 15, 353 (1970).
7. М. И. Гвердцители, P. P. Догондзе. Электрохимия, 12, (1877), 1976.

8. გვერდციელი

პროტონის გადატანის კინეტიკის თეორიული გამოკვლევა ნიტრომეთანსა და ზოგიერთ კარბონმჟავას შორის

რეზიუმე

ქიმიურა რეაქციის კინეტიკის კვანტურ-მექანიკური თეორიის ფარგლებში გამოთვლილ იქნა პროტონის გადატანის პროცესის ძირითადი კინეტიკური პარამეტრები ნიტრომეთანსა და ხუთ კარბონმჟავას შორის. თეორიულად მიღებულ სიდიდეები შეესატყვისება ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

M. GVERDTSITELI

THEORETICAL INVESTIGATION OF THE REACTIONS OF PROTON TRANSFER BETWEEN NITROMETHANE AND SOME CARBON ACIDS

Summary

The main kinetic parameters of proton transfer reactions between nitromethane and five carbon acids have been calculated in terms of the quantum-mechanical theory of the kinetics of chemical reactions. A good agreement has been found between the theoretically calculated values and experimental data.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ПЕРЕЧИСЛЕНИЕ АЛКАНОВ

М. КОРНИДОВ, М. ГВЕРДЦИТЕЛИ, Г. ГАМЗИАНИ

Нахождение чисел структурных изомеров в гомологических рядах разных классов органических соединений является интересной задачей теоретической органической химии, которая уже издавна привлекает внимание как химиков, так и математиков [1,2]. Существуют различные подходы к ее решению, среди которых особое место занимает фундаментальный метод Поля [3]. Подсчет чисел изомеров простейших органических соединений—алканов—был выполнен этим методом по рекуррентным формулам с использованием ЭВМ вплоть до $C_{100}H_{202}$ [4].

Для решения таких важных задач, как составление банка данных о химических соединениях для ЭВМ, расчет физико-химических свойств соединений в гомологических рядах, расшифровка спектров и т. д. представляет интерес не столько вычисление общего числа изомеров с заданным количеством n -атомов углерода в молекуле, сколько нахождение всех возможных структурных формул соединений данного ряда. Однако эта задача становится сложной и трудоемкой уже при небольших n . Так, при $n=20$, число теоретически возможных изомеров алканов превосходит $3 \cdot 10^5$ [4].

В связи со сказанным практическое значение приобретает объединение изомеров с одинаковым числом n -атомов углерода в отдельные семейства (группы) по определенным признакам так, чтобы в пределах одного семейства изомеры были практически неразличимы по данному физическому или другому свойству. Например, С. С. Яровой [5] предлагает классифицировать гомологи по двум признакам: по виду атомов углерода и типу связей между ними в цепях. При таком подходе рост числа семейств с увеличением n происходит гораздо медленнее роста числа изомеров, и поэтому нахождение (перечисление) всех семейств даже при больших n оказывается практически разрешимой задачей. Какая-либо простая функциональная зависимость между общим количеством семейств N и содержанием n углеродных атомов в молекуле до сих пор не была найдена. Наши исследования показали, что, если в основу классификации алканов положить такой признак, как количество первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в молекуле, то можно подсчитать общее число семейств N по простым рекуррентным формулам и вывести все виды семейств без применения ЭВМ.

Обозначим метильную группу A , метиленовую B , метиленовую C , четвертичный атом углерода D , а число этих групп в молекуле алкана a , b ,



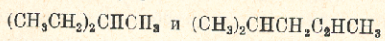
e и d соответственно. Тогда формулу любого предельного углеводорода можно записать в виде $A_a B_b C_c D_d$. Из сказанного следует, что

$$a + b + c + d = n \quad (1)$$

$$3a + 2b + c = 2n + 2 \quad (2)$$

Соотношения (1) и (2) лежат в основе таблицы семейства алканов принцип построения которой ясен из заголовков строк и столбцов. В этой таблице приведены все теоретически возможные семейства алканов вплоть до $C_{12}H_{26}$ и их общее число, а также, для сравнения, числа изомеров каждого члена гомологического ряда, взятые из литературы [4].

Из таблицы следует, например, что изомерные бутаны представлены двумя семействами; $A_2 B_2$ и $A_3 C$, которые отвечают изомерам $(CH_3)_2(CH_2)_2$ и $(CH_3)_3CH$; изомерные пентаны — тремя семействами и т. д. В пределах одного и того же семейства может существовать изомерия. Она проявляется уже у гексанов типа $A_3 B_2 C$:



и встречается далее почти во всех семействах. По определению, в наших расчетах изомеры в пределах одного и того же семейства считаются неразличимыми.

Мы нашли, что общее число $N(n)$ семейств алканов с заданным n -атомов C выражается следующими формулами:

Для четных n :

$$N(n) = \frac{1}{2} \{n(R+S+1) - 3R(R+1) - S(3S+1)\}, \quad (3)$$

где $R = [n-2]/6$ * и $S = [n/6]$;

Для нечетных n :

$$N(n) = \frac{1}{2} \{n(R+S+1) - R(3R+1) - 3S^2 - 1\}. \quad (4)$$

где $R = [(n-3)/6]$ и $S = [(n+1)/6]$.

Например, при $n=100$ $R=16$ $S=16$ и $N(100)=850$. Если учесть, что число изомеров углеводорода $C_{100}H_{202}$ превышает $7 \cdot 10^{38}$ [4], то можно сделать вывод, что предложенный метод классификации изомерных алканов является более удобным, чем перечисление всех возможных изомеров, поскольку даже у такого сложного гомолога, каким является гектан, множество всех семейств является вполне обозримым. В таблице приведены величины $N(n)$ для n от 2 до 12.

Формулы (3) и (4) дают известные числовые ряды ([16], ряд 186), которые имеют другое происхождение: они связаны с $p_k(n)$ — количеством разбиений числа n на k целочисленных положительных слагаемых x, y, z, \dots . В нашем случае $k=3$, причем $a+b+c+d = x+y+z+2 = n$. Например, число 8 можно представить в виде таких разбиений десятью способами: 8, 7+1, 6+2, 5+3, 4+4, 6+1+1, 5+2+1, 4+3+1, 4+2+2,

* Символ [] означает целую часть числа.

** Принимается, что $x > y > z > \dots > 0$.

3+3+2, т. е. $p_3(8)=10$. Оказывается, на столько же семейств подразделяются изомеры углеводорода декана с $n=8+2=10$ атомами углерода в молекуле: A_2B_8 , A_3B_6C , $A_4B_4C_2$, $A_5B_3C_2$, A_6C_4 , A_4B_5D , A_5B_3CD , $A_6B_2C_2D$, $A_6B_2D_2$, A_7CD_2 , т. е. $N(10)=10$. Отмеченную закономерность можно записать так:

$$N(n) = p_3(n-2) \quad (5)$$

Существует простая зависимость между наборами слагаемых x , y и z числа $n-2$ и индексами a , b , c и d в формулах семейств $A_aB_bC_cD_d$ алкана с n атомами углерода:

$$a = y + z + 2, \quad (6)$$

$$b = x - y, \quad (7)$$

$$c = y - z, \quad (8)$$

$$d = z. \quad (9)$$

Например, сумме $7+1$ ($x=7$, $y=1$, $z=0$) отвечает семейство алканов A_3B_6C ($a=3$, $b=6$, $c=1$), сумме $5+2+1$ —семейство A_5B_3C и т. д. Перебор всех возможных сумм $x+y+z=n+2$ для заданного n не составляет особого труда, поэтому расчет связанных с ними чисел a , b , c и d по формулам (6)—(9), а, следовательно, и вывод всех семейств алканов $A_aB_bC_cD_d$ при таком подходе к классификации их изомеров представляет собой сравнительно простую задачу.

Описанный метод классификации изомерных алканов генетически связан с теоретико-групповым подходом, который принимают при рассмотрении структурных формул химических соединений [1—3] и который можно использовать также для описания и перечисления формул семейств изомеров. Одно из основных понятий теории графов—дерево, состоящее из вершин, соединенных ребрами.

Применительно к химическим формулам вершинами дерева являются атомы (углерод, водород и т. д.) или их группы (метил, метилен и т. п.), ребрами—химические связи. Каждая формула алкана, записанная в виде $A_aB_bC_cD_d$, отвечает некоторому дереву, содержащему a вершин степени 1, b вершин степени 2, c вершин степени 3, d вершин степени 4. Это может быть также группа «изомерных» деревьев, т. е. деревьев, каждое из которых обладает указанной совокупностью вершин. Деревья относятся к той же группе понятий, что и разбиения целых чисел на положительные слагаемые. Причиной этого кроется в подобии их производящих функций [7]. Эта связь приводит к еще одному способу вычисления чисел $N(n)$.

Известно ([7], стр. 134), что производящая функция для подсчета $p_k(n)$ представляет собой степенной ряд, численные коэффициенты которого, $p_k(n)$, могут быть вычислены по следующей формуле:

$$\sum_{n=0}^{\infty} p_k(n) x^n = \prod_{n=1}^k (1-x^n)^{-1} \quad (10)$$

Учтывая соотношение (5), можем записать выражение (11) для производящей функции числа семейств изомеров алканов с n углеродными атомами в молекуле:

$$\sum_{n=2}^{\infty} N(n)x^n = x^2 \sum_{n=2}^{\infty} p_3(n-2)x^{n-2} = x^2 \prod_{n=1}^{\infty} (1-x^n)^{-1} = \frac{x^2}{(1-x)(1-x^2)(1-x^3)} = x^2 + x^3 + 2x^4 + 3x^5 + \dots \quad (11)$$

Коэффициенты этого ряда равны числам N(n).

Рассмотренные в статье методы классификации и перечисления алканов можно распространить и на другие классы химических соединений.

Семейства гомологов в ряду алканов

		Количество атомов углерода в молекуле алкана, n										
C	D	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	A ₁	A ₁ B	A ₂ B ₂ A ₃ C	A ₂ B ₃ A ₃ BC	A ₃ B ₄ A ₃ B ₂ C	A ₂ B ₅ A ₄ BC ₂	A ₃ B ₆ A ₃ B ₄ C	A ₂ B ₇ A ₃ B ₅ C	A ₂ B ₈ A ₃ B ₆ C	A ₂ B ₉ A ₃ B ₇ C	A ₂ B ₁₀ A ₃ B ₈ C
1												
2												
3												
4												
5												
0	1				A ₄ D	A ₄ BD	A ₄ B ₂ D A ₅ CD	A ₄ B ₃ D A ₅ BCD	A ₄ B ₄ D A ₅ B ₂ CD A ₆ C ₂ D	A ₄ B ₅ D A ₅ B ₃ CD A ₆ BC ₂ D	A ₄ B ₆ D A ₅ B ₄ CD A ₆ B ₂ C ₂ D A ₆ C ₃ D	A ₄ B ₇ D A ₅ B ₅ CD A ₆ B ₃ C ₂ D A ₆ BC ₃ D
1												
2												
3												
0	2							A ₆ D ₂	A ₅ BD ₂	A ₆ B ₂ D ₂ A ₇ CD ₂	A ₆ B ₃ D ₂ A ₇ BCD ₂	A ₆ B ₄ D ₂ A ₇ B ₂ CD ₂ A ₈ C ₂ D ₂
1												
2												
0	3										A ₈ D ₃	A ₈ BD ₃
1												
2												
3												
Число семейств		1	1	2	3	4	5	7	8	10	12	14
Число изомеров		1	1	2	3	5	9	18	35	75	159	355

Примечание. А—группа CH₃, В—группа CH₂, С—группа CH, D—четвертичный атом углерода В каждой строке происходит изменение только числа групп В.

Киевский государственный университет
им. Т. Г. Шевченко
Тбилисский государственный университет



1. Chemical Applications of Graph Theory—Ed. A. T. Balaban.—London etc.: Academic Press, 1976.
2. Н. С. Зефирова, С. С. Трач, О. С. Чижов. Каркасные и полициклические соединения. Молекулярный дизайн на основе принципа изоморфного замещения.— В сб.: Органическая химия (итоги науки и техники).—М.: 1979, т. 3.
3. Д. Поля. Комбинаторные вычисления для групп, графов и химических соединений.— В кн.: Перечислительные задачи комбинаторного анализа (Под ред. Г. П. Гаврилова).—М.: Мир, 1979.
4. М. Ю. Корнилов, В. И. Замковой. Перечисление на ЭВМ структурных изомеров. Числа изомеров углеводородов ряда метана и спиртов ряда метанола до C_{100} .—Вісник Київського університету, серія хімії, 1981, т. 22.
5. С. С. Яровой. Методы расчета физико-химических свойств углеводородов.—М.: Химия, 1978.
6. N. J. A. Sloane A Handbook of Integer Sequences.—New York etc.: Academic Press, 1973.
7. Дж. Рипордан. Введение в комбинаторный анализ.—М.: Изд-во иностр. лит., 1963.

მ. კორნილოვი, მ. გვერდთსელი, გ. გამზიანი

ალკანების კლასიფიკაცია და ჩამოთვლა

რეზიუმე

ნაშრომში აღწერილია ალკანების ოჯახების რიცხვის გამოთვლის მეთოდი და ყველა მათი სახეობის გამოყვანა. პოზილოვების კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს ალკანების მოლეკულაში პირველადი, მეორადი, მესამეული და მეოთხეული ნახშირბადატომის რიცხვი.

M. KORNILOV, M. GVERDTSITELI, G. GAMZIANI

CLASSIFICATION AND ENUMERATION OF ALKANES

Summary

A method is described for calculating the number of alkane families and of all their species. The classification is based on the number of primary, secondary, tertiary, and quaternary carbon atoms in the alkane molecule.

კ ვოპროსუ ვლინია დეზოქსიალდონოვოხ კისლოთ ნა უკორენენიე ჩერენკოვ დრევესნოხ რასთენიე

Р. ГАХОКИДЗЕ, А. КАНДЕЛАКИ

На данном этапе развития народного хозяйства одной из важных проблем растениеводства является усовершенствование химического управления ростом растений. Многочисленные научные работы, посвященные химическому регулированию роста растений [1—10], приводят нас к мнению, что, несмотря на имеющееся большое количество химических регуляторов роста, исследования в этой научной сфере могут дать еще много ценных синтетических препаратов, активизирующих в нужную нам сторону рост и развитие растений.

Синтетические стимулирующие вещества успешно применяются при вегетативном размножении древесных пород, а в частности при укоренении их стеблевых черенков, для получения корнесобственных растений. Данный метод применяется относительно тех древесных и кустарниковых видов, семенное размножение которых не всегда возможно, но целесообразно, а преимущество его состоит в том, что у полученных при этом потомств не происходит смещения наследственных признаков и получается потомство, сходное с родительским.

Исследованиями установлено, что при укоренении стеблевых черенков необходимо учесть как структурные [11], так и функциональные особенности [12, 13] самого растения. В коре черенков легкоукореняющихся видов содержится значительно больше природных стимуляторов, чем ингибиторов. У трудноукореняющихся и неукореняющихся растений преобладает обратная картина. У них ингибиторы во всех случаях превалируют над стимуляторами роста [14]. Применение синтетических ростовых веществ, как правило, изменяет данное соотношение в пользу стимуляторов роста.

В данной статье приводятся результаты исследования влияния дезоксиальдоновых (2-дезоксид-эритро-гексоновой, 3-дезоксид-2-С-оксиметил-д-эритро-пентоновой и 2-С-метил-Д-рибо-пентоновой) кислот на укоренение зимних черенков древесных растений. Исследования проводились в оранжерейных условиях Тбилисского института леса, где во время опытов температура воздуха равнялась 20—25°, а относительная влажность воздуха 80—90%. Испытание вышеуказанных соединений осуществлялось с помощью зимних черенков ивы плакущей (*Salix babylonica*). С этой целью черенки данного древесного вида в течение 20 часов обрабатывались в водных растворах испытуемых химических веществ, затем промывались водой и высаживались в песчаный грунт. Обработка черенков, в количестве 100 шт. в каждом варианте (включая контроль), производилась в растворах 3-х концентраций — 50, 100 и 155 мг. на 1л воды. Посадка контрольных черенков проводилась без обработки их в растворах исследуемых соединений.

Начало корнеобразования у черенков наблюдалось через 12—16 дней после их посадки. Степень стимуляции исследуемых химических соединений, согласно Р. Х. Турецкой и Ф. Я. Поликарповой [12], определялась по числу корней, характеру их образования и длине участков стебля, на котором закладываются корни.

Как показали проведенные нами наблюдения, почти все испытываемые химические соединения проявили стимулирующие свойства в отношении корнеобразования черенков ивы, однако наиболее активными из них оказались 2-дезоксид-эритро-гексоновая и 3-дезоксид-2-оксиметил-Д-эритро-пентоновая кислоты с концентрацией 100 мг на 1 л воды. Эти вещества в данной концентрации и использовались для укоренения зимних черенков ели колючей, голубой (*Picea pungens* E. gelm.), ценной декоративной породы.

Размножение этого древесного вида вегетативным путем весьма целесообразно, т. к. полноценное плодоношение у нее наблюдается один раз в 10—15 лет. В остальные годы она характеризуется очень слабым плодоношением и дает полноценные семена в незначительном количестве [15].

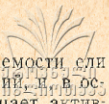
Возраст маточных экземпляров ели равнялся 25—30 годам. Количество черенков в отдельных вариантах составляло по 150 шт. Методика длительности обработки, посадки и ухода черенков была аналогичной методике испытаний.

Проведенные нами наблюдения показали, что корнеобразовательный процесс у декабрьских и январских черенков начинается почти одновременно, во второй декаде марта, а у февральских — в начале апреля. Соответственно, сроки укоренения у февральских черенков, по сравнению с черенками предшествующих месяцев, намного короче. Весьма резкое преимущество в отношении приживаемости в наших экспериментах наблюдается у февральских черенков (см. табл. 1). Как видно из таблицы 1, черенки, обработанные в растворах обеих химических соединений, дают весьма высокие результаты. Особо повышенной активностью стимуляции корнеобразования выделяется 2-дезоксид-эритро-гексоновая кислота. Приживаемость черенков, обработанных этим соединением, достигает 89—90%, в то время как процент укоренения контрольных черенков не превышает 51—52.

Таблица 1

Приживаемость черенков ели колючей, голубой, обработанных дезоксиальдоновыми кислотами

Время черенкования	Приживаемость черенков %		
	2-дезоксид-эритро-гексоновая кислота	3-дезоксид-2-оксиметил-Д-эритро-пентоновая кислота	Контроль
1977—1978 гг			
Декабрь	70	61	39
Январь	71	67	49
Февраль	89	73	52
1978—1979 гг			
Декабрь	69	63	44
Январь	73	70	46
Февраль	90	76	51



Весьма важно отметить, что по результатам приживаемости ели колючей, активность стимуляции испытуемых нами соединений, и в особенности 2-дезоксид-эритро-гексоновой кислоты, превышает активность калиевой соли гетероауксина и не отстает от индолилмасляной кислоты. Для сравнения этих показателей в табл. 2 приводятся данные приживаемости черенков ели, обработанных этими, широко применяемыми в практике сельского хозяйства стимуляторами роста.

Из таблиц 1 и 2 четко вырисовывается высокий эффект стимуляции корнеобразования дезоксиальдоновых кислот. Следует отметить, что альдоновые кислоты (D-глюконовая и L-арабиновая кислоты в виде кальциевых солей) в сравнимых концентрациях не проявляли стимулирующих свойств.

Таблица 2

Приживаемость черенков ели колючей, голубой, обработанных калиевой солью гетероауксина и индолилмасляной кислотой

Время черенкования	Приживаемость черенков %		
	Калиевая соль гетероауксина	Индолилмасляная кислота	Контроль
1972—1973 гг			
Декабрь	45	65	48
Январь	63	70	52
Февраль	71	89	58
1973—1974 гг			
Декабрь	51	65	50
Январь	60	68	47
Февраль	75	92	62

На основании полученных данных можно отметить, что найден новый тип соединений, проявляющих значительную физиологическую активность, которые могут найти широкое применение при вегетативном размножении ценных древесных растений.

Лаборатория биоорганической химии

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. В. Ракитин. Использование стимуляторов и гербицидов в растениеводстве. М., 1957.
2. Р. Х. Турецкая. Физиология корнеобразования у черенков и стимуляторы роста. М., 1961.
3. Т. А. Артамонова. Изучение влияния стимуляторов на рост и развитие сеянцев декоративных древесно-кустарниковых растений. Автореф. канд. дисс. Ленинград, 1967.
4. В. Н. Ложникова, Л. П. Хлопенкова, М. Х. Чайлахян. Метод определения природных гибберлинов в растительных тканях. Агробиология, № 10, 1967.
5. К. З. Гамбург. Биохимия ауксина и его действие на клетки растений. Новосибирск, 1976.
6. K. V. Thimann. The Auxins—In: The Physiology of Plant Growth and Development. L., 1969.
7. N. P. Thompson. Amer. J. Bot., 57, № 4, 1970.
8. A. R. Sheldrake. J. Exp. Bot., 22, 1971.
9. K. K. Nanda, M. K. Jain. New Phytol., 70, № 5, 1971.



10. K. K. Nanda, V. K. Anand, V. K. Kochhar, M. K. Jain. *Indian Agri.* № 1—2, 1971.

11. K. K. Nanda, V. K. Anand. *Indian Forest*, 99, № 8, 1970.

12. Р. Х. Турецкая, Ф. Я. Поликарпова. *Вегетативное размножение растений с применением стимуляторов роста*. М., 1968.

13. М. М. Саркисова. *Значение регуляторов роста в процессах вегетативного размножения, роста и плодоношения виноградной лозы и плодовых пород*. Автореф. докт. дисс., Ереван, 1973.

14. М. Х. Чайлахян. *Химическая регуляция роста и цветения растений*. Вестник АН СССР, № 10, 1969.

15. А. И. Колесников. *Декоративные формы древесных пород*. М., 1958.

6. ბახოკიძე, ა. კანდელაკი

მეჩენის მცენარეთა კალმების დაფესვიანებაზე დეოქსიალდონის
მეჩენის გავლენის საკითხისათვის

რეზიუმე

დეოქსიალდონის (2-დეოქსი-D-ერიტრო-ჰექსონის, 3-დეოქსი-2-C-ოქსიმეთილ-D-ერიტრო-პენტონისა და 2-C-მეთილ-D-რიბო-პენტონის) მეჩეები ალდონის (D-გლუკონის და L-არაბონის) მეჩეებისაგან განსხვავებით ამეღენებენ მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ მოქმედებას მერქნიან მცენარეთა კალმების დაფესვიანებაზე.

B. GAKHOKIDZE, A. KANDELAKI

STUDIES OF THE INFLUENCE OF DEOXY ALDONIC ACIDS ON THE ROOT
FORMATION OF BRANCH CUTTINGS OF WOODY PLANTS

Summary

It is shown that some of the deoxyaldonic acids have a stimulating effect on the root formation of branch cuttings of Colorado spruce (*Picea pungens* Engelm).

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ СВОБОДНОГО РАДИКАЛА $\text{CH}_2=\dot{\text{N}}$

Э. ЧИКВАИДZE

Выяснение механизма потери ферментативной активности белками под действием ультрафиолетового излучения является одной из важных задач фотохимии белка. Исследование природы парамагнитных центров, фотоиндуцированных в молекуле белка, затруднено, так как в белке одновременно могут протекать разные радикальные реакции. Полезную информацию об этих реакциях может дать исследование радикальных реакций в веществах, содержащих те или иные группы, характерные для белка. С этой целью в работе [1] мы рассмотрели природу парамагнитных центров, индуцированных в водном растворе N-метилзамещенных амидов. Для получения первичного свободно-радикального состояния пользовались триптофаном, который при действии света с $\lambda_{\text{max}} = 280$ нм ионизуется. Выбитый электрон может быть захвачен акцепторными группами молекулы N-метилзамещенных амидов [2,3]. В работе [1] дана схема радикальных реакций в N-метилацетамиде. Обнаружены радикалы $\text{CH}_3\text{CONH}\dot{\text{C}}\text{H}_2$ и $\dot{\text{N}}=\text{CH}_2$ и предложены реакции их образования. Радикал $\dot{\text{N}}=\text{CH}_2$ интересен тем, что он образуется также в водном растворе алифатических пептидов с глицином на C конце [4].

В настоящей работе изложен теоретический материал по расчету методом INDO электронной структуры радикала $\text{CH}_2=\dot{\text{N}}$ по программе, разработанной в группе квантовой химии лаборатории ядерного магнитного резонанса химического факультета МГУ. Программа составлена для ЭВМ БСМ—6.0 Основные результаты приведены в таблице I. В качестве базисных выбирали орбитали валентных оболочек атомов S, P_x, P_y, P_z.

Диагональные матричные элементы гамильтониана полагали равными:

$$\begin{aligned} H_{1s}(\text{H}) &= -13,595 & H_{2s}(\text{C}) &= -19,41 \\ H_{2s}(\text{N}) &= -25,57 & H_{2p}(\text{N}) &= -13,19 \\ H_{2p}(\text{C}) &= -11,18. \end{aligned}$$

Недиагональные матричные элементы гамильтониана оценивали по формуле:

$$H_{ih} = \frac{1,75(H_{ii} + H_{hh})}{2}$$

Декартовы координаты ядер в молекулах были рассчитаны из заданных длин связей и валентных углов по специальной программе.

Ниже показан остов радикала:

Обсуждение. Из результатов расчета следует, что спиновая плотность в радикале $\text{CH}_2=\dot{\text{N}}$ локализована на всех атомах $\rho(\text{H}_1)=\rho(\text{H}_2)=0,26643$ $\rho(\text{C})=-0,42821$ $\rho(\text{N})=0,89535$. Атом азота со свободной валентностью обладает большой электронной акцепторностью, в результате чего часть электронной плотности двойной связи $\text{C}=\dot{\text{N}}$ локализуется на атоме азота, что приводит к появлению отрицательного заряда на последнем. В то же время на атоме углерода появляется отрицательная спиновая плотность. Ожидаемая величина сверхтонкого расщепления спектра ЭПР, обусловленная влиянием каждого из протонов H_1 и H_2 равна $508 \times 0,266 = 135\text{э}$. В общем эта величина больше наб-

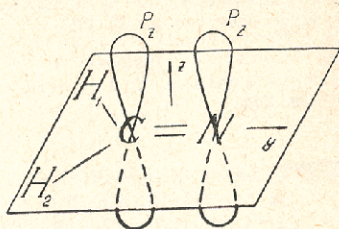


Рис. 1

Таблица 1

Результаты расчета распределения электронной плотности P_{μ} , спиновой плотности ρ_{μ} и зарядов ξ^{μ} в радикале $\dot{\text{N}}=\text{CH}_2$ методом INPO.

Атомы	Тип орбитали	P_{μ}	ρ_{μ}	ξ^{μ}
H_1	S	0,97293	0,26643	0,02707
H_2	S	0,97293	0,26643	0,02707
C	S	1,06040	-0,04132	0,09287
	P_x	1,04964	-0,21138	
	P_y	0,86064	-0,03852	
	P_z	0,93654	-0,13699	
	Σ	3,90722	-0,42821	
N	S	1,75400	0,01752	-0,14701
	P_x	1,08574	0,75252	
	P_y	1,24881	0,00833	
	P_z	1,06346	0,13669	
	Σ	5,14700	0,89536	

людаемой. В эксперименте две крайние компоненты триплетного спектра ЭПР, обусловленного влиянием на неспаренный электрон двух протонов, расщепляются на 180 э. Теоретически полученный результат равен 270 э. Результаты расчета предполагают триплет-триплетный спектр ЭПР, обусловленный влиянием двух протонов H_1 и H_2 , а также ядра азота N.

Полная энергия радикала $\text{CH}_2=\dot{\text{N}}$ равна $E=-520,75$ эв. Согласно расчету энергия первого электронного оптического перехода лежит в коротковолновой УФ области, что хорошо согласуется с экс-



პერიმენტალური დასტურებით, როგორც რადიკალი $\dot{N}=\text{CH}_2$ ჩვეულებრივად
კ დეიქტვიუ სვტა ს $\lambda > 280 \text{ nm}$.

Лаборатория биофизики
физического факультета

ЛИТЕРАТУРА

1. E. N. Chikvaïdze, V. B. Il' Yasova, O. A. Azizova, K. M. L'vov. *Studia biophysica*, 35, 131, 1973.
2. В. Б. Ильясова, О. А. Азизова, Л. П. Каюшин. *Биофизика*, 14, 11, 1971.
3. О. А. Азизова. *Биофизика*, 9, 745, 1964.
4. E. N. Chikvaïdze; Y. A. Koslov; K. M. L'vov. *Studia biophysica*, 35, 189, 1973.

3. ჩიკვაიძე

თავისუფალი რადიკალის $\dot{N}=\text{CH}_2$ ელექტრონული სტრუქტურის
პარამეტრების გამოვლა

რეზიუმე

გათვლილია თავისუფალი რადიკალის $\dot{N}=\text{CH}_2$ ელექტრონული სტრუქტურის
პარამეტრები INDO მეთოდით. განსაზღვრულია ელექტრონული სიმკვრივის
 P_μ , სპინური სიმკვრივის p_μ და მუხტების f_μ განაწილება.

E. CHIKVAIDZE

CALCULATION OF THE ELECTRONIC STRUCTURE PARAMETERS OF
THE FREE RADICAL $\text{H}_2\text{C}=\dot{\text{N}}$.

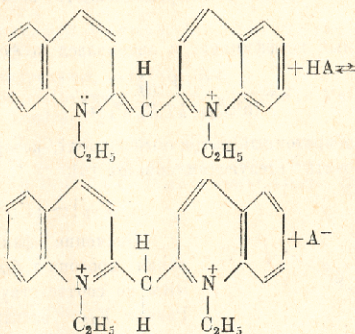
Summary

A study of UV-irradiated aqueous solutions of tryptophan with N-methylacetamine—a substance containing a peptide bond—by the ESR method revealed the formation of methylene free radical $\text{H}_2\text{C}=\dot{\text{N}}$ (1). The formation of this radical in peptides was studied in (4). Free radical $\text{H}_2\text{C}=\dot{\text{N}}$ is shown to appear in peptides with the glycine amino acid residue in the C-terminal position, being absent if the glycine amino acid residue is in the N-terminal position. The present paper deals with a theoretical calculation of this radical by the INDO method.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ПЕРЕНОСА ПРОТОНА МЕЖДУ ПСЕВДОИЗОЦИАНИНОМ И НЕКОТОРЫМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ КИСЛОТАМИ

М. И. ГВЕРДЦИТЕЛИ, В. А. КАЦИТАДЗЕ

В работе [1] была изучена кинетика реакций переноса протона между псевдоизоцианином и некоторыми органическими кислотами. Уравнение изучаемых реакций имеет вид:



Исследование этих процессов проведено нами в рамках квантово-механической теории кинетики жидкофазных химических реакций [2] с использованием линейной модели, не учитывающей внутренней деформации молекул. Соответствующее этой модели выражение для свободной энергии активации имеет вид [3]:

$$\Delta G^\ddagger = \frac{(\Delta G_0^\ddagger + E_s + U_e)^2}{4E_s} - RT \ln \left(\frac{h\omega_{\text{эфф}}}{kT} \Delta V \right) \quad (1)$$

Входящие в выражение (1) величины имеют следующий смысл: ΔG_0^\ddagger — свободная энергия реакции; E_s — энергия реорганизации растворителя



(ккал/моль). U_e —свободная энергия электростатического взаимодействия продуктов реакций в полярном растворителе; κ —трансмиссионный коэффициент; $\omega_{эфф.}$ —эффективная частота флуктуации поляризации растворителя (сек.⁻¹); ΔV —реакционный объем (моль⁻¹).

Параметр E_s оценивался в приближении эквипотенциальных эллипсоидов вращения [4], согласно которому:

$$E_s = 0,86 \cdot e^2 \left(\frac{1}{\epsilon_0} - \frac{1}{\epsilon_s} \right) \left[\frac{1}{\sqrt{a_1^2 - c_1^2}} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{a_1^2 - c_1^2}}{c_1} + \frac{1}{\sqrt{a_2^2 - c_2^2}} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{a_2^2 - c_2^2}}{c_2} - \frac{2}{R} \frac{a_1^2 - c_1^2}{3R^3} - \frac{a_2^2 - c_2^2}{3R^3} \right], \quad (2)$$

где e —заряд электрона; ϵ_0 и ϵ_s —соответственно оптическая и статическая диэлектрические проницаемости; a_1, c_1, a_2, c_2 —полуоси эллипсоидов вращения, моделирующие реагенты; R —расстояние между центрами эллипсоидов.

Исходя из структурных данных [5] и электронного строения реагентов и продуктов реакций, и принимая во внимание, что расстояние переноса протона обычно находится в пределах 0,5—0,8 Å [6], энергия реорганизации растворителя E_s составляет ≈ 37 ккал/моль.

Оценка U_e в этой же модели дает значение $U_e \approx 1$ ккал/моль. Для воды $\omega_{эфф.} = 10^{13}$ сек.⁻¹ [7]. Оценка реакционного объема дает значение $\Delta V \approx 10^{-2}$ моль⁻¹.

Трансмиссионный коэффициент κ оценивался по формуле [2]:

$$\kappa = \frac{2 |V_{ep}|^2}{(\hbar^2 \omega_{эфф.}^2 / kT E_s / \pi^2)^{1/2}}, \quad (3)$$

где V_{ep} —электронно-протонный матричный элемент, который приближенно можно аппроксимировать следующим образом [8]:

$$|V_{ep}| \sim |V_H| \exp(-\sigma/2). \quad (4)$$

Значение фактора туннелирования протона σ было вычислено на ЭВМ по соответствующей программе. Расчет V_H —электронного матричного элемента $V_{if} = \langle \Psi_i | V | \Psi_f \rangle$ был проведен с использованием четырехэлектронных волновых функций: Ψ_i —факторизованной из двухэлектронной волновой функции связи O—H и волновых функций C_{sp^3} и Ψ_f —факторизованной из двухэлектронной волновой функции связи C_{sp^3} —H и волновых функций пары электронов кислорода. Подстановка численных значений входящих в формулу (3) параметров дает значение трансмиссионного коэффициента $\kappa = 10^{-1}$, т. е. реакция неадиабатическая.

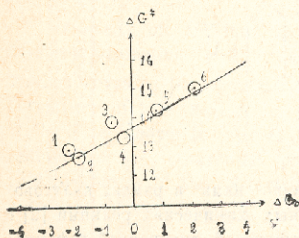


Рис. 1 Корреляция между свободными энергиями активации и реакции для процесса взаимодействия псевдоионоанфина с карбоновыми кислотами: 1. $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, 2. ClCH_2COOH , 3. HCOOH , 4. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, 5. CH_3COOH , 6. $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$.

значений входящих в формулу (3) параметров дает значение трансмиссионного коэффициента $\kappa = 10^{-1}$, т. е. реакция неадиабатическая.



Результаты расчета корреляционной зависимости $\Delta G^\ddagger \sim \Delta G_0$ приведены на рисунке. Среднеквадратическое отклонение экспериментальных точек от теоретической кривой не превышает $\pm 0,3$ ккал/моль, т. е. находится в пределах экспериментальной погрешности.

В заключение вычислим коэффициент симметрии α [2], который определяется как:

$$\alpha = \partial(\Delta G^\ddagger) / \partial(\Delta G_0) = \frac{1}{2} + \frac{\Delta G_0 + U_c}{2E_s} \quad (5)$$

Для этой реакционной серии (в интервале значений $\Delta G_0 = -4 \sim +4$) α меняется от $\sim 0,46$ до $\sim 0,57$.

Кафедра
органической химии

ЛИТЕРАТУРА

1. P. J. Dynes, G. S. Chapman, E. Kebede, F. W. Schneider. J. Am. Chem. Soc., 94, (6356), 1972.
2. Р. Р. Догонадзе, А. М. Кузнецов. Физическая химия, кинетика. т. 2 ВИНТИ, М., 1973.
3. М. И. Гвердцители, Э. Д. Герман, Р. Р. Догонадзе. Изв. АН СССР, сер. хим., 5. (1029), 1975
4. Ю. И. Харкац. Электрохимия, 10, (1137), 1974.
5. Tables of Interatomic Distances and Configuration in Molecules and Ions. Ed by L. E. Sutton. London, 1958.
6. V. G. Levich, R. R. Dogonadze, E. D. German, A. M. Kuznetsov, Yu. I. Kharkats. Electrochem Acta., 15, (555), 1970.
7. М. И. Гвердцители, Р. Р. Догонадзе. Электрохимия, 12, (1877), 1976.

8. შპერდუნიძე ი. ვ. კატალიზი

პროტონის გადატანის რეაქციების თეორიული გამოკვლევა
ფუნდამენტური მნიშვნელობისა და ზოგიერთ მკვლევარს შორის

რ ე ზ ი ე მ ე

ქიმიური რეაქციის კინეტიკის კვანტურ-მექანიკური თეორიის თვალსაზრისით გამოთვლილ იქნა პროტონის გადატანის პროცესის ძირითადი კინეტიკური პარამეტრები ფუნდამენტური მნიშვნელობისა და ექვს ორგანულ შეყავის შორის. თეორიულად მიღებული სიდიდეები კარგად ემთხვევა ექსპერიმენტულ მონაცემებს.



M. I. GVERDTSITELI, V. A. KATSITADZE

**THEORETICAL STUDY OF THE REACTIONS OF PROTON TRANSFER
BETWEEN PSEUDOISOCYANINE AND SOME ORGANIC ACIDS**

Summary

The main kinetic parameters of proton transfer reactions between pseudoisocyanine and six organic acids have been calculated in terms of quantum-mechanical theory of the kinetics of chemical reactions. A good agreement has been found between the theoretically calculated values and experimental data.



ОБ ОДНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРИЗНАКА

Р. ХОМЕРИКИ

Для такой науки, как биология очень важным общим подходом может служить теория систем. Эта теория формально рассматривает проблемы организации и управления и поэтому имеет широкий круг полезных приложений [1].

Одним из интересных приложений является разработка методов организации познавательной деятельности обучаемых субъектов. Управление в процессе обучения включает следующие задачи: 1) фиксирование состояния обучаемых; 2) корректирование процесса обучения; 3) управление по принципу обратной связи [2].

Но каждое управление должно быть наилучшим в каком-нибудь определенном смысле и для его оценки необходима разработка специального критерия. Если вопрос касается обучения человека, естественно положить в основу критерия „способность обучаемости“, иначе способность человеческого мозга воспринимать информацию.

Известно, что распределение биологических случайных величин по многим признакам может быть представлено нормальной функцией распределения. Допустим, биологическим признаком L является „способность обучаемости“ испытуемого. Выдвигалась гипотеза, что биологический признак L подчиняется нормальному закону. Эксперимент должен был подтвердить или опровергнуть гипотезу в статистическом смысле.

В эксперименте участвовали 59 студентов, для которых управляющими воздействиями служили передаваемые им темы u_j ($j=1, 2, \dots, 14$). Обозначим через A_i^j состояние i -го испытуемого после u_j -го воздействия. После каждого воздействия u_j испытуемый с индексом i из состояния A_i^{j-1} ($i=1, 2, \dots, 59$) переходит в новое состояние A_i^j . Другими словами, имеет место преобразование $A_i^j = (H^j / A_i^{j-1})$. Численные оценки \tilde{x}_i^j преобразования получаются путем опроса испытуемых на каждом j -ом шаге экспери-

мента. Тогда суммарные численные оценки $x_i^j = \sum_{m=1}^j x_i^m$ могут быть



использованы для характеристики динамики процесса обучаемости. Члены x_i^j использовались для создания вариационного ряда выборки с функцией распределения $F(x)$. Для каждого x_i^j эмпирическая функция распределения определяется из формул $F_n(x_i^j - 0) = F_n(x_i^j) = \frac{i-1}{n}$ и $F_n(x_i^j + 0) = \frac{i}{n}$, где n объем выборки.

При применении математической схемы к определенной экспериментальной проблеме главным вопросом является, насколько хорошо согласуется гипотеза с опытными данными. Для определения качества оценки существует много статистических методов, среди которых наиболее широко применяется критерий χ^2 („хи-квадрат“) Пирсона.

После воздействия u_{11} вариационный ряд имел следующий вид (см. т. 1).

															Таблица 1	
i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
x_i^{14}	32	33	33	36	36	37	42	42	42	42	43	43	43	44	46	
i	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
x_i^{14}	46	46	46	46	47	47	48	49	49	51	51	51	51	52	52	
i	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
x_i^{14}	52	52	53	53	53	53	53	54	55	56	56	56	57	57	58	
i	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59		
x_i^{14}	58	59	61	61	61	61	61	62	65	66	66	66	68	69		

Для удобства вычислений коэффициенты делились на десять. Кривая нормального распределения находится следующей формулой.

$$f(t) = \frac{N \cdot k}{\sigma} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$$

где N число проведенных испытаний, равное сумме эмпирического распределения Σm ; k —величина интервала дробления эмпирического ряда распределения; σ —среднее квадратическое отклонение ряда; t_3 —нормированное отклонение, т. е. $t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$. Величина $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$ табулирована. Итоги вычислений даются в таблице 2.

									Таблица 2	
x	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0		
m	3	3	8	10	15	8	7	5		
t	-1,9	-1,4	-0,9	-0,4	+0,1	+0,6	+1,1	+1,6		
$f(t)$	0,07	0,15	0,27	0,37	0,40	0,38	0,22	0,11		
$m \cdot f$	2	4	8	11	12	10	7	3		

Критерий согласия Пирсона основан на определении

$\chi^2 = \sum \frac{(m - m')^2}{m'}$, где m эмпирические частоты, а m' теоретические частоты.

Для оценки того, насколько данное эмпирическое распределение воспроизводится нормальным распределением, исчисляются по вероятности достижения χ^2 данного значения $P(\chi^2)$ по специальным таблицам с учетом степеней свободы (см. т. 3).

Таблица 3

x	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
m	3	3	8	10	1	8	7	5
m'	2	4	8	11	12	10	7	3
$\frac{(m - m')^2}{m'}$	0,5	0,28	0	0,1	0,75	0,4	0	1,33

$\chi^2 = 3,36; k = 7; P(\chi^2) = 0,885$

Значение вероятности $P(\chi^2)$ указывает на то, что расхождение между наблюдаемым и теоретическим распределением вполне могло быть случайным. Следовательно, вариационный ряд не противоречит нормальному распределению и гипотеза о том, что биологический признак „способность обучаемости“ у людей распределен нормально, можно считать достоверным.

Кафедра математического обеспечения ЭВМ

ЛИТЕРАТУРА

1. «Теоретическая и математическая биология» под ред. Т. Г. Уотермен. «Мир», Москва, 1768.
2. Р. Буш, Ф. Мостеллер. «Стохастические модели обучаемости» ГИФ-МЛ. 1962.
2. Б. Л. Ван дер Варден «Математическая статистика», ИЛ, Москва, 1960.

ს. ზომბერიძე

ბიოლოგიური მახასიათებლის განსაზღვრის ერთი ექსპერიმენტის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომში დასმულია ჰიპოთეზა გარკვეული ბიოლოგიური მახასიათებლის განაწილების ფუნქციის შესახებ. ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგები დამუშავებულია თანხმობის კრიტერიუმით, რომელმაც დაადასტურა, რომ განაწილების ფუნქცია ნორმალურია.

R. KHOMERIKI

ON ONE EXPERIMENT OF DETERMINING BIOLOGICAL CHARACTERISTICS

Summary

A hypothesis is advanced in the paper concerning the distribution of biological characteristics and the findings of an experiment are presented.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ САРКОМЕРА

Н. ВАСИЛЬЕВА-ВАШАКМАДЗЕ

В процессе изучения механохимических систем живых организмов были созданы различные модели, анализ которых дал возможность понять многие детали общего вопроса об их энергетическом принципе. Однако многое остается неясным. Так например, нет единого мнения о том, как сходные по структуре и составу системы обнаруживают различную кинетику процесса сокращения: скелетные мышечные волокна, сердечная мышца млекопитающих и летательные мышцы насекомых, имеющие сходную микроструктуру, проявляют разные кинетические свойства. Известные до настоящего времени модели не дают ответа на вопрос о природе сил, приводящих в действие механохимические живые системы.

В данной работе рассматривается динамическая модель работы саркомера, структурной единицы миофибриллы и мышечной клетки скелетных поперечно-полосатых мышц, а также сердечной мышцы млекопитающих.

Модель основана на предположении, что причиной, вызывающей сокращение саркомера, является сжимающая сила, которая развивается в спиральных белковых нитях саркомера вследствие локальной миграции электронного заряда.

Рассмотрим экспериментальные данные о строении саркомера, на основе которых конструируется предлагаемая динамическая модель.

Саркомер имеет форму, близкую к цилиндрической. Средняя длина саркомера $\sim 3 \cdot 10^4 \text{ \AA}$. Центральная зона (А-зона) состоит из продольно ориентированных толстых нитей. Это белковые нити, состоящие из миозиновых молекул. Диаметр толстых нитей $\sim 1,4 \cdot 10^2 \text{ \AA}$. Длина их определяет величину А-зоны $\sim 1,5 \cdot 10^4 \text{ \AA}$. Слева и справа от центральной зоны располагаются изотропные I-зоны, в которых локализованы тонкие нити, образованные из F-актина, тропоина, тропомиозина и небольшого количества минорных компонентов. Тонкие нити продолжают в А-зоне и ориентированы параллельно миозиновым нитям. Электронная микроскопия поперечных срезов обнаруживает гексагональную упаковку толстых и тонких протофибрилл: вокруг каждой миозиновой нити располагается 6 актиновых. В центре саркомера обнаруживается H-зона, которая, как показали наблюдения, играет роль структурного элемента.

Мышечная клетка в процессе дифференцировки тканей формируется в виде синтиция из множества миобластов. Общая оболочка (сарколемма), покрывающая мышечную клетку, на уровнях Z-дисков, в результате разрастания сарколеммы, образует поперечные структуры в виде



мешочков и трубочек, благодаря которым поверхность каждого саркомера оказывается анатомически связанной с внешней оболочкой мышечной клетки и соприкасается с внеклеточной средой. Это так называемая Т-система.

Как и в любой ткани, между внешней и внутренней поверхностями мышечной клетки поддерживается разность потенциалов (потенциал покоя, в среднем составляющий 30—50 мв).

Благодаря Т-системе внешняя поверхность Z-диска каждого саркомера связана с внешней поверхностью мышечного волокна, потенциал которой положителен. Внутренняя область саркомера по сравнению с внешней поверхностью обладает отрицательным потенциалом. Как известно, разность потенциалов между внутренней и внешней поверхностями клеток определяется разностью концентраций ионов и в общем виде описывается известным уравнением Нернста:

$$\Delta\varphi = \frac{RT}{Z \cdot F \cdot n} \ln \frac{C_1}{C_2},$$

где C_1 и C_2 — концентрации ионов соответственно в I и во второй среде, T — абсолютная температура, Z — валентность, F — число Фарадея.

Молекулы миозина, из которых состоят толстые нити, имеют размеры $\sim 1500 \times 20 \text{ \AA}$. Каждая молекула состоит из двух параллельно ориентированных питей (меромиозинез), которые в свою очередь условно делятся на фрагменты LMM, HMM S—2, HMM S—1. Обе питеи являются α -спиральными структурами, а вместе образуют двойную спираль, свернутую в области участков LMM, HMM S—2. Концевые фрагменты HMM S—1, оставаясь свободными, эластично связаны с остальной частью молекулы.

Отдельные миозиновые молекулы в результате агрегации образуют миозиновые нити (толстые протофибриллы). По длине миозиновой нити укладывается ~ 10 молекул, а в поперечном направлении ~ 12 . Миозиновая нить представляет собой суперспираль, образованную из ~ 300 двойных α -спиральных молекул миозина. Тонкие протофибриллы — это белковые структуры, имеющие конфигурацию спирали, образованной нитями F-актина. Каждая активная нить в свою очередь представляет собой двойную α -спираль, состоящую из глобулярных фрагментов G-актина.

Диаметр активных глобул $\sim 60 \text{ \AA}$. В середине тонких нитей проходит тропомиозин. Глобулы тропомина помещаются на нитях тропомиозина с интервалом.

Миозиновые нити локализованы во внутренней области саркомера и непосредственно не соприкасаются с Z-дисками, находясь в поле отрицательного потенциала относительно внешней среды. Тонкие нити расположены в саркомере, так что своими концами достигают Z-дисков и благодаря Т-системе соприкасаются с внешней средой, т. е. с зоной положительного потенциала. В области, где тонкие и толстые нити проходят параллельно, концевые глобулярные фрагменты миозина HMM S-1, гибко осциллируя, закрепляются на тонких нитях и освобождаются со средним временем жизни отдельного контакта $\sim 10^{-6} \text{ с}$.

Как было установлено в ходе многочисленных биологических исследований, образованию мостиковых контактов предшествует цепь реакций: присоединение молекулы АТФ к миозину, гидролиз АТФ, фосфорилирование миозина. Эта последовательность реакций происходит в присутствии положительных ионов Ca^{++} и Mg^{++} .

Нервный импульс, достигая поверхности мышечного волокна, благодаря передаче через Т-систему, вызывает освобождение ионов Ca⁺⁺ из CP в области Z-дисков. Это сопровождается увеличением разности потенциалов между внутренней и внешней областью саркомеров (гиперполяризацией). Разность потенциалов возрастает до 100—150 мв.

Концы тонких нитей, которыми они соприкасаются с Z-дисками, попадают в область высшего положительного потенциала. Миозиновые нити, находясь во внутренней области саркомера, остаются в поле отрицательного потенциала. НММ S—1-мостики замыкают белковую цепь, образуя непрерывную систему: миозин — актин — внешняя среда. Образование НММ S—1-контактов обуславливает соединение активной и миозиновой нитей в единую актомиозиновую систему, один конец которой погружен в область отрицательного потенциала, а другой соприкасается с внешней поверхностью, потенциал которой положителен. Разность потенциалов зависит от величины внешнего воздействия, поскольку отрицательный потенциал внутри саркомера остается постоянным, а положительный потенциал на внешней поверхности саркомера определяется освобождением ионов Ca⁺⁺ под действием первого импульса или другого раздражителя.

При разности потенциалов выше пороговой, как известно, в белковых цепях начинается миграция электронного заряда. Механизм миграции электронного заряда вдоль белковых цепей хорошо изучен.

Миграция электронного заряда в саркомере имеет следующую особенность: белковые нити здесь являются суперспиральными структурами, поэтому электронный заряд в саркомере мигрирует по спиральному пути от середины вправо и влево к Z-дискам. С другой стороны мы знаем, что спиральный ток зарядов сопровождается развитием сжима-

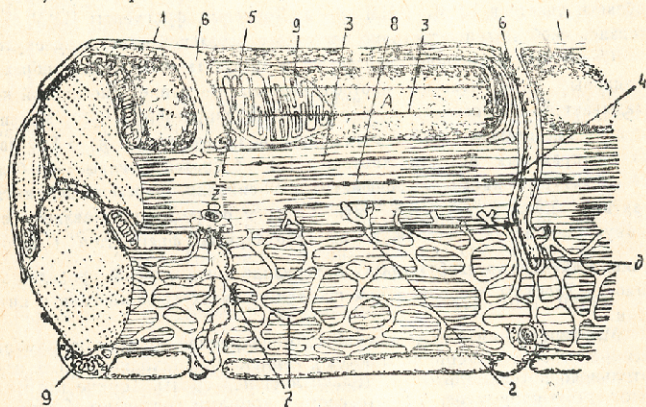


Рис. 9.

ющего напряжения, направленного вдоль оси спирали и приводящий к сжатию спирали.

Величину сжимающей силы можно определить по следующей известной формуле

$$F = \frac{1}{2} \mu_0 \mu \frac{N^2}{x^2} SY^2,$$

где введены соответствующие обозначения:

l —длина спирали, N —число витков, S —поперечное сечение, Y —ток за-
рядов, μ_0 —магнитная постоянная, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{2\pi}{\mu}$. Под действием

F миофиовые нити сокращаются и подтягивают нити актина на 1 шаг.

Ионы Ca^{++} постепенно нейтрализуются выходящими электронами; разность потенциалов становится ниже пороговой, прекращается миграция электронного заряда вдоль белковой нити. Силы упругости приводят к релаксации, происходит расслабление нитей и саркомер возвращается в первоначальное состояние—состояние покоя. Следует отметить, что в зависимости от того, какими вязкоупругими свойствами обладают мышечные волокна, время релаксации может быть различным.

Полезная работа за время t может быть определена в следующем виде:

$$w(t) = \int_0^t F(\tau) \dot{x}(\tau) d\tau - \frac{\lambda m}{2} \int_0^t \dot{x}^2(\tau) d\tau.$$

Учитывая, что к. п. д. живых систем очень высок, составим соотношение между полной мощностью и диссипативной функцией системы; принимая $\eta = 0,5$; $\Lambda = 2\lambda m$;

$$\overline{F} \cdot \overline{\dot{x}} = \Lambda \overline{\dot{x}^2}$$

откуда находим Λ ;

$$\Lambda = \frac{\overline{F}}{\overline{\dot{x}}},$$

поставляя в него известные значения \overline{F} и $\overline{\dot{x}}$ из эксперимента и считая,

что $\overline{F} \sim 10^{-12} H$, $\overline{\dot{x}} \sim 10^{-4} \frac{\mu}{c}$, найдем:

$$\Lambda = 10^{-8} \frac{H \cdot C}{\mu},$$

что согласуется с экспериментальными данными.

Механохимические системы примитивных организмов, например бактериофагов, устроены проще по сравнению с мышечными волокнами млекопитающих. Но можно полагать, что энергетический принцип их работы одинаков.

Так, хвостовые чехлы фагов T—2 имеют большое сходство с отдельными активными нитями, входящими в состав мышечных волокон млекопитающих.

Как в естественных, так и в лабораторных условиях хвостовые чехлы фага T—2 проявляют способность к сокращению.

В естественных условиях это происходит при адсорбции фагов на поверхности бактериальных клеток, а в лабораторных опытах—при воздействии ионов Ca^{++} или Mg^{++} .

Изучение морфологии хвостовых чехлов фага T—2 показало, что это суперспиральная трубка, образованная белковыми молекулами. Диаметр спирали $\sim 250 \text{ \AA}$, длина $\sim 350 \text{ \AA}$, число витков всегда 24. При сокращении хвостовых чехлов вдвое, диаметр увеличивается на 30%. Сравнение сократимой системы фага T—2 с актомиозиновыми нитями указывает как

на структурное, так и на функциональное сходство этих белковых спиралей.

Особое место среди моторных систем живых организмов занимает митотический аппарат клетки, обеспечивающий сложные координированные движения хромосом к полюсам при клеточном делении. В процессе митоза от каждой центриоли, локализованной вблизи клеточного ядра, формируются белковые нити в виде лучей, образуя звезду. В области между центриолями белковые нити, соединяясь, создают веретено. Согласно многочисленным данным строение белковых нитей веретена указывает на их сходство с сократительными мышечными белками. Белковые нити веретена имеют трубчатое строение с диаметром трубки $\sim 150 \text{ \AA}$. Косвенные данные свидетельствуют об их спиральной конфигурации. В лабораторных условиях нити веретена проявляют способность к сокращению при добавлении ионов Ca^{++} .

Сходство митотического аппарата с сократительными структурами мышечных волокон млекопитающих позволяет распространить выводы, полученные выше, на митотический аппарат клеток. Это в свою очередь связано с изучением таких вопросов, как инвазивный рост, неконтролируемое деление клеток, а также с вопросами биоэнергетики.

Кафедра физики макромолекул

ЛИТЕРАТУРА

1. М. М. Заалишвили, «Физико-химические основы мышечной деятельности», «Мешнерება», 1971.
2. М. В. Волькенштейн, «Общая биофизика», «Наука», 1978.
3. Л. А. Блюменфельд, «Проблемы биофизики», 1974.
4. Б. Ф. Поглазов, «Структура и функции сократительных белков», «Наука», 1960.
5. С. А. Кроленко, «Т-система мышечных волокон», Ленинград, 1975.
6. Б. Катц, «Нерв, мышца, синапс», «Мир», 1968.
7. А. С. Давыдов, «Квантовая теория сокращения», 1977.
8. Э. Г. Петров «Кинетика энергетических переходов», 1978.
9. E. G. Petrov, "Mechanisms of electron transfer through proteins' preprint IP-78.
10. Жданов, «Электричество», «Наука» 1970
11. S. Brenner, G. Streisinger, Structural components of bacteriophage. J. Mol. Biol, 1, 281, 1959.
12. R. Jones, R. Lewin, The chemical nature of the flagella, Exp. Cell. Res, 19, 408, 1960.

ბ. ვანილია-ვახაშვიძე

სარკომერის მუშაობის დინამიკური მოდელი

რეზიუმე

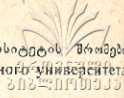
ნაშრომში განხილულია განივბოლიანი კუნთის შემადგენელი ელემენტის, სარკომერის მუშაობის დინამიკური პრინციპი.

ნაჩვენებია, რომ შემკუმშველი ძალა გამოწვეულია პროტოფიბრილებში ლოკალური სპირალური დენების შედეგად.

DYNAMIC MODEL OF SARCOMERE WORK

S u m m a r y

The paper discusses the principle of the work of sarcomere—a component element of the striated muscle. The contractile force is shown to be due to local and spiral currents arising in protein fibrils. A dynamic model of the work of sarcomere is proposed.



КР-СПЕКТРОСКОПИЯ, КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН

М. ЦАРЦИДЗЕ, Б. ЛОМСАДЗЕ

Когда луч монохроматического света с частотой ν_0 падает на вещество, то рассеянный веществом свет наряду со светом той же частоты, что и у источника освещения (рэлеевское рассеяние), содержит и свет с частотой $\nu_0 \pm \nu$. Это явление называется «рамановским эффектом» или комбинационным рассеиванием, который как следствие теоретического предсказания экспериментально был подтвержден в 1928 году индийским ученым Раманом и советскими учеными Ландсбергом и Мандельштамом. Спектроскопия комбинационного рассеивания (Раман—или КР-спектроскопия) наряду с ИК-спектроскопией занимает важное место в исследовании колебаний молекул, вращательных и колебательных спектров веществ в области химии и физики. Сопоставление информации, полученной с помощью комбинационного рассеивания света и ИК-спектроскопии показывает, что рамановские спектры чувствительны, в первую очередь, к состоянию гидрофобных, а ИК-спектры — гидрофильных областей систем. При этом, эти два метода не заменяют, а дополняют друг друга.

Однако в последние годы наряду с другими физическими методами исследования (ЭПР, ЯМР, эффект Мессбауера и т. д.) намечается интенсивное вторжение КР-спектроскопии в биологию. В обзорных работах Гебера (19) и Мочетто (20) указаны физические основы и экспериментальная техника лазерной КР-спектроскопии и ее последние достижения в биологических исследованиях. На примере карбоангидразы В человека показаны возможности КР-спектроскопии для исследования белков: количественная оценка содержания различных типов вторичной структуры полипептидных цепей по линиям амид I и II; выяснение окружения тирозина по относительной интенсивности его дублета при 830 и 850 см^{-1} ; установление конформации C—S— и S—S—связей по линиям в области 500—700 см^{-1} (19). Представлены также возможности КР-спектроскопии в исследовании липидов: установление конформации, продольной и поперечной упорядоченности углеводородных цепей по линиям скелетных и C—H валентных колебаний соответственно в области 1000—1150 и 2850—2890 см^{-1} . Открыта также широкая перспектива применения КР-микроскопов-спектрометров, позволяющих получать спектры участков образцов размером порядка долей мкм (20). Лазерный луч фокусируется на микроскопическом участке поверхности исследуемого образца, изображение которого проецируется с помощью микроскопа в отраженном свете на входную щель монохроматора с вогнутой голографической решеткой. С помощью стоящей на выходе монохроматора фотоэлектронной схемы можно получить спектр исследуемого участка в лучах определенной длины волны.



Предложенная система позволяет идентифицировать и изучать пространственную организацию и структуру биологических объектов в различных состояниях, в том числе и в водных растворах.

KР-спектроскопия позволяет провести исследование рутениевого красного в качестве зонда на участке связывания Ca^{+2} в биологических материалах (21). Оказалось, что в КР-спектрах рутениевого красного в присутствии тропонина С или ЭДТА наблюдаются систематические изменения в области $375-500\text{ см}^{-1}$. Наиболее выражен низкоэнергетический сдвиг пика при 420 см^{-1} на 15 см^{-1} . Под действием Na^{+} или K^{+} эффект не изменяется. Введение Ca^{+2} обращает спектральные изменения. При этом, связывание Ca^{+2} и вытеснение рутениевого красного подтверждено в опытах по разделению фаз с использованием кардиолипина в системе хлороформ-метанол. В случае цитохрома С связывание рутениевого красного меняется параллельно связыванию Ca^{+2} с изменением состояния окисления белка. Найдено также, что в спектре комплекса красителя с фосфолипидами соотношение интенсивностей пиков при $420-405$ и 375 см^{-1} составляет 1, а в случае белков и большинства хелатирующих агентов — 1,2, что позволяет визуально отличить взаимодействие с разными классами молекул.

Представляет интерес изучение структуры отдельных биосубстратов и надмолекулярных комплексов биологических мембран с помощью КР-спектроскопии. Некоторые основные работы, посвященные изучению характеристических частот колебания отдельных функциональных групп биологических веществ объединены в таблице № 1.

Подробный анализ спектров комбинационного рассеивания отдельных молекул насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, липосом из фосфолипидов и холестерина, а также биологических мембран белков и большинства хелатирующих агентов — 1,2, что позволяет визуально отличить взаимодействие с разными классами молекул.

1. Область спектра $2700-3100\text{ см}^{-1}$, характеризующего валентные колебания С—Н-связей
2. Область спектра $1400 - 1500\text{ см}^{-1}$, характеризующего деформационные колебания С—Н-связей.
3. Оптическая область скелетных колебаний С—С-связей при $1050-1150\text{ см}^{-1}$.
4. Оптическая область ниже 400 см^{-1} , характеризующего решетчатые колебания компонентов мембран.

При исследовании структуры КР-спектроскопией обнаруживаются ряд преимуществ перед другими методами исследования структурной организации биологических мембран. К примеру, применение спинзондов вызывает повреждение белой мембран и не может дать полную картину структурных особенностей мембран. КР-спектроскопия позволяет работать с минимальным количеством образца и дает огромное количество информации о меж- и внутримолекулярных конформационных состояниях и структурировании биосубстратов в мембранах.

Исследование безводных препаратов сфингомиелина и дилауроилфосфатидилэтанолamina методом рамановской спектроскопии при температурах от -165° до 95°C показывает при температуре ниже $T_p = 87^{\circ}$ в сфингомиелине большой процент гош-изомеров, что свидетельствует о жестком состоянии углеводородных цепей сфингомиелина в твердой фазе. В дилауроилфосфатидилэтанолamine ниже T_p (23°) количество гош-изомеров было незначительно, что свидетельствует о сравнительно жесткой и упорядоченной структуре углеводородных цепей данного липида ниже T_p (26).



Изучению структуры холестерина и его производных в кристаллическом состоянии с помощью КР-спектроскопии посвящено исследование Феимана (2). Оказалось, что существенную информацию о кристаллической упаковке цепей стероидов дают 3 области спектров. Область низких частот, ниже 300 см^{-1} , дающая информацию о внутри- и межмолекулярных колебаниях циклической части молекулы; область $1400\text{—}1500 \text{ см}^{-1}$, дающая информацию о упаковке метиленовой цепи в кристаллическом состоянии и область $2700\text{—}3100 \text{ см}^{-1}$, отвечающая валентным колебаниям связи С—Н и дающая информацию о степени разветвленности боковой цепи холестерина, полярности заместителей и упорядоченности упаковки боковых цепей в кристаллическом состоянии. Обнаруженное увеличение интенсивности полосы антисимметричных валентных колебаний CH_2 -группы при 2930 см^{-1} , в сравнении с другими полосами С—Н валентных колебаний по мере увеличения полярности окружения углеводородных цепей используется для исследования характера взаимодействия и упаковки компонент в липопротеидных системах (24). Показано, что в комплексах моноалкилфосфатов с инсулином углеводородные цепи имеют неупорядоченную структуру. Однако в монодецил- и монотетрадецилфосфате натрия они окружены белковыми цепями, тогда как в моногексадецилфосфате — другими углеводородными цепями. Интактный седлающийся нерв лягушки имеет структуру, сходную с ламелярной жидко-кристаллической фазой, где большинство липидных углеводородных цепей окружено аналогичными цепями.

Рассмотрение КР-спектров метиловых эфиров изомерных цис-ундециновых и ундециловых кислот показало, что наличие двойной связи, сопряженной с карбонильной группой, понижает волновое число группы С—С на 8 см^{-1} , по сравнению со средним значением 1657 см^{-1} (4). Присутствие тройной связи, сопряженной с карбонильной группой, приводит к увеличению интенсивности КР-полосы группы С—С при 2241 см^{-1} . Несопряженная и нетерминальная тройная связь дает дублет ферми-резонанса при 2234 и 2293 см^{-1} .

С другой стороны, получены КР-спектры всех изомерных метилцис-, цис-октадециноатов и метил-октадинноатов с ненасыщенными связями, разделенными двумя метиленовыми группами (3). Изучение полосы поглощения $\text{U/C}=\text{C/}$, $\text{U/C}=\text{C/}$, $\text{U/C}=\text{O/}$, $\text{U/C}-\text{H/}$ и $\delta/\text{CH}_2/$ показало, что отношение пиковых интенсивностей полос $\text{U/C}=\text{C/}$ и $\text{U/C}=\text{O/}$ может служить характеристикой количества цис-этиленовых двойных связей в цепи. Кроме того были получены КР-спектры жидких и твердых образцов стеариновой кислоты, 2,2-дидейтеро-стеариновой и 18,18,18-тридейтеро-стеариновой кислот, а также 4 ненасыщенных C_{18} кислот с различными конфигурациями и положением двойных связей в цепи (5). В спектрах стеариновой кислоты и ее дейтеропроизводных четко проявляются деформационные и валентные колебания для тех CH_2 -групп, которые близко расположены к COOH и CH_2 -группам. В спектрах ненасыщенных кислот проявляются колебания, характерные для CH_2 -групп, расположенных рядом с двойными связями. Анализ спектров кислот в жидком и твердом состоянии показал, что область деформационных колебаний Н—С—Н и, особенно, валентных колебаний С—Н, очень чувствительна к изменениям структуры углеводородной цепи. Согласно этим данным можно заключить, что по изменениям в области валентных колебаний С—Н возможна количественная оценка степени упорядоченности углеводородных цепей в искусственных и биологических мембранах.

Изучая спектры комбинационного рассеивания цитохром-с-оксидазы как в растворе, так и в составе электропереносящих частиц Сел-

мин и др. (6) приходят к выводу, что форма и относительные интенсивности полос 216, 1130, 1249, 1358, 1620 и 1660 см^{-1} изменяются при переходе из окислительного в восстановленное состояние.

Представляет интерес изучение искусственных фосфолипидных и биологических мембран с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния. Гебер и др. использовали КР-спектроскопию для определения различий в структуре цепей 1 и 2 дигальмитоилфосфатидилхолина (8). Возможно также исследование КР-спектров различных бислоевых систем фосфолипид-вода в спектральном диапазоне углерод-углеродных деформаций с целью определения внутримолекулярной разупорядоченности углеводородных цепей (9). Авторы изучали динамику транс-гош изомеризации углеводородных цепей при температурах ниже фазового перехода гель-жидкий кристалл. Вместе с вибрационными переходами при 1090—1985 см^{-1} , появляющимися при повышенных температурах и характеризующими гош-конформеры ацильных цепей, в системе фосфолипид-вода найден переход при 1122 см^{-1} .

В КР-спектрах фосфатидилхолина Лисем и др. была обнаружена чувствительная к взаимодействию с аминокислотами область вблизи 1100 и 2900 см^{-1} (11). Авторы, по отношению интенсивностей полос при 1064 и 1089 см^{-1} в спектре дигальмитоилфосфатидилхолина судили об образовании гош-конформации углеводородных цепей липида при его взаимодействии с аминокислотами. Анализ КР-спектров полученных комплексов указывает на то, что липидные молекулы при связывании с белком претерпевают конформационное превращение, а окружение углеводородных цепей в присутствии белков становится более полярным. С помощью КР-спектроскопии оказалось возможным обнаружение существенного влияния белка на организацию липидного бислоя (12). Исследуя изменение интенсивности КР-полос дигальмитоилфосфатидилхолина при 1062 и 982 см^{-1} авторы наблюдали широкий конформационный переход в области температур 10—30°C. Температурный переход комплекса В-белка оболочки фага fd с липидом происходит при 41°C и является довольно острым.

Микелсец и др. указывают на увеличение содержания α -спиральных участков в мембранных белках эритроцитов при создании градиента концентрации K^+ на мембранах на основе усиления полосы амида I на 1665 см^{-1} с ее расщеплением на две полосы на 1655 и 1640 см^{-1} , ослабления полос амида II на 1267 и 1335 см^{-1} и появления полос на 1342 и 1310 см^{-1} , а также резкого усиления полосы амида III на 930 см^{-1} (14). С другой стороны, Спикер и Левин показали влияние кривизны биомолекулярного слоя на характер колебаний в спектрах комбинационного рассеяния ассоциатов фосфолипид-вода (15). На основании J_{1120}/J_{1031} и J_{1084}/J_{1097} , а также по общему уменьшению интенсивности полос C—C переходов везикул по сравнению с мультислоями авторы приходят к выводу, что в везикулах имеет место увеличение взаимодействия между цепями, которое приводит к усилению транс-гош изомеризации. Холестерин в концентрации 25% увеличивает долю транс-гош-ацилизомеров в мультислоях и не влияет на везикулы.

Анализ КР-спектров мембранных белков, липидов и каротиноидов показывает, что C=C валентным колебаниям боковых углеводородных цепей соответствует полоса при 1658 см^{-1} , а полосы 1083 и 3016 см^{-1} характерны для ненасыщенных липидов в цис-конформации.

(16). Сравнивая КР-спектры мембран саркоплазматического ретикулума с мембранами эритроцитов, авторы пришли к выводу, что мембраны саркоплазматического ретикулума имеют более неупорядоченную и текучую структуру с преобладанием полностью транс-конформации липидных цепей.

Известны работы по изучению спектральных характеристик комбинационного рассеивания фосфатидилэтаноламина и фосфатидилхолина в спектральной области $30\text{--}3300\text{ см}^{-1}$ (1). Кроме интенсивных линий при 2890 и 2850 см^{-1} , обусловленных симметричными растяжениями CH_3 и CH_2 групп, в этой же области спектра наблюдаются очень слабые линии при 2960 и 2929 см^{-1} , вызванные асимметричными растяжениями CH_3 и CH_2 групп соответственно. Из трех линий в диапазоне 1100 см^{-1} , линии при 1064 и 1128 см^{-1} со слабой интенсивностью относятся к скелетным колебаниям углеводородных цепей, а линия при 1080 см^{-1} с сильной интенсивностью обусловлена симметричным растяжением PO_2 групп. Заметное различие в спектрах комбинационного рассеивания в случае фосфатидилхолина и фосфатидилэтаноламина отмечается при 720 см^{-1} , которое отсутствует у фосфатидилэтаноламина. Данная полоса, имеющаяся в фосфатидилхолине и отсутствующая в фосфатидилэтанолаmine, обусловлена колебаниями RN^+ (CH_3)₃ группы.

Валлах путем сопоставления относительной интенсивности полос при 1530 и 1165 см^{-1} (соответствуют валентным колебаниям сопряженных —C=C— и =C—C= связей полиеновых цепей β -каротина в мембране эритроцитов) в КР-спектрах теней эритроцитов в нативном состоянии и в подверженных воздействию различных факторов с такими в КР-спектрах β -каротина в различных средах исследовал структуру мембраны эритроцитов (22). Относительная интенсивность указанных полос в спектре теней эритроцитов с эквимолярным содержанием фосфолипидов и холестерина близка к таковой для β -каротина в гексане. Между тем у липосом с эквимолекулярным содержанием яичного лецитина и холестерина она значительно понижена, что объясняется, по-видимому, доступностью воде и окислением каротиноидов. По мнению автора холестерин и β -каротин не расположены в одних участках мембраны. Уменьшение интенсивности рассматриваемых полос при разрушении структуры мембран путем воздействия ДДС—Na и нагрева до 50°C , по-видимому, также объясняется окислением системы сопряженных связей β -каротина. В то же время усиление этих полос при понижении pH среды, трипсинизации и обработке лизолецитином теней эритроцитов, вероятно, связано либо с изменением микроокружения или конформации полиеновых цепей каротиноидов.

Одновременно развываются работы по изучению термоиндуцированных структурных переходов в биологических мембранах по изменению интенсивностей характеристических частот колебаний отдельных функциональных групп.

С использованием аргонового лазера (5145 \AA) были измерены рамановские спектры концентрированных водных ассоциатов фосфатидилхолина и фосфатидилэтаноламина через 10° в интервале температур $19^\circ\text{--}90^\circ\text{C}$ (1). Авторы отмечают, что отношение интенсивностей полос при 2890 и 2850 см^{-1} , соответствующее симметричным растяжениям CH_3 и CH_2 групп с плавлением углеводородных цепей фосфолипидов уменьшается и оно может быть применено для наблюдения изменения

подвижности углеводородных цепей. Изучение зависимости отношения полос при 2890 и 2850 см^{-1} от температуры отчетливо показывает влияние углеводородной цепи в области 70°C. В этой же области происходит сдвиг полосы PO_2 валентных симметричных колебаний, вызванный изменением при плавлении взаимодействия PO_2 группы с растворителем. Авторы отмечают обратимость процесса плавления углеводородных цепей.

Гебер с сотрудниками изучали термoinдуцированные структурные переходы с помощью КР-спектров дипальмитоилфосфатидилхолина и показали, что липид претерпевает два кооперативных температурных перехода: предплавление при 34,2°C и плавление при 41,5°C. Возможно, что предплавление обусловлено преимущественно нарушением латеральной упорядоченности, тогда как основной переход — с появлением жидкой фазы (7).

Спикер и Левин методом КР- спектроскопии изучали фазовые переходы и упорядоченность жирнокислотных цепей озвученных однослойных везикул и полислоев фосфолипидов (17). Измерялись частотные характеристики C—C-связей в интервалах 1065, 1100 и 1130 см^{-1} . Оказалось, что фазовые переходы полислоев из дипальмитоилфосфатидилхолина и димиристоилфосфатидилхолина наблюдались при 39° и 23°C соответственно. Переходы гель—жидкий кристалл везикул из этих же липидов происходили в более широких температурных интервалах, что указывает на меньшую упорядоченность в упаковке углеводородных цепей. Введение холестерина в концентрации 25 мол% резко увеличивало температурный интервал дипальмитоилфосфатидилхолина до 30°C с точкой перегиба на температурном профиле в районе 50°C.

Исследуя термoinдуцированные структурные переходы мембран эритроцитов при разных рН с помощью спектров комбинационного рассеивания в области 2700—3000 см^{-1} ряд авторов показали, что при рН 7,4 структурный переход начинался при 38°C и был необратимым при температуре выше 40°C (18). Одновременно, с ростом рН до 7,0 увеличивается отношение J_{2930}/J_{2750} , которое при рН 7,0—7,4 не меняется и убывает при рН 7,5 и выше. При рН 7,5 термотропный переход наблюдается в области 25°C, а при рН 6 снижается до 0—7°C. Поскольку J_{2930} обусловлена CH_2 группами белков и липидов, авторы заключают, что структурные переходы в мембране обусловлены как белковыми гидрофобными аминокислотными остатками, так и ацильными цепями липидов.

Изучение влияния холестерина на кооперативный переход гель — жидкий кристалл в мультислой из дипальмитоиллецитина по изменению интенсивности КР-поглощения при 1100 см^{-1} , который является чувствительным к изменениям структуры парафиновой цепи, показало, что холестерин в концентрации до 50 мол% вызывает устранение плавления углеводородных цепей дипальмитоиллецитина, наблюдаемых в области 38°C (23).

Рамановская спектроскопия дает возможность обнаружить характер упаковки и конформации углеводородных цепей и их окружения (24). Отношение интенсивностей полос симметричных валентных колебаний CH_2 и CH_3 групп при 2850 и 2885 см^{-1} возрастает с переходом от упорядоченных структур к неупорядоченным структурам в следующем ряду: кристаллит < ламеллярный жидкий кристалл < гексагональный или кубический жидкий кристалл < мицеллярный раствор < раствор в органическом растворителе. Авторы полагают, что относительная интенсивность этих полос позволяет различить разные по характеру упаковки углеводородных цепей жидко-кристаллических воднолипидных фаз.



КР-спектроскопия применяется также для изучения механизмов повреждения клеточных структур при экстремальных воздействиях. Изучение методом спектроскопии комбинационного рассеивания с лазерным возбуждением токсического действия бензола на организм, в результате которого возникают значительные разрушения структуры липидных частей биомембран, дает возможность предполагать, что этот эффект вызван структурным переходом полимолекулярных слоев липидов, обусловленных растворимостью бензола в углеводородной части липидов (27). КР-спектроскопия позволила также объяснить механизм влияния гипертермии на мембранный потенциал мембран эритроцитов (28).

Ларссон использовал КР-спектроскопию для диагностики заболеваний людей (29). Плазму крови здоровых и больных людей освещали линиями 514 и 488 нм аргонового лазера. Регистрировали спектры, обусловленные слабой флуоресценцией плазмы и рамановским рассеиванием. Эти спектры в области $1000-4000 \text{ см}^{-1}$ были очень сходными у здоровых людей, но заметно различались у больных. У здоровых людей и больных с хроническим течением болезни индивидуальные спектры воспроизводились в течение месяцев. Спектры содержали узкие полосы рамановского рассеяния 1010, 1160 и 1520 см^{-1} , обусловленные колебаниями С—С связей ароматических групп и других конъюгированных систем; широкую полосу в области 3400 мк^{-1} , в основном за счет колебаний О—Н воды, и небольшое плечо при 2900 см^{-1} за счет колебаний С—Н. Эти полосы рассеивания регистрировались на фоне пологого спектра флуоресценции плазмы, интенсивность которой возрастала в 3 раза при переходе от 1000 к 4000 см^{-1} . Спектры плазмы больных отличались рядом особенностей. В частности, в некоторых случаях наклон кривой спектра флуоресценции становился настолько крутым, что линию рамановского рассеивания не удавалось зарегистрировать на фоне этого подъема. По мере выздоровления спектры возвращались к норме. Однако отмечается, что изменения в спектрах не обладали значительной специфичностью для того или иного заболевания.

Таким образом, краткий обзор литературных данных по применению КР-спектроскопии для изучения структурной организации биологических мембран показывает многосторонние возможности данного метода. Наряду с изучением структуры, конформации, конфигурации и плавления биологических макромолекул, данный метод имеет большие возможности в обнаружении новых закономерностей в патологии клетки и ее субединиц.

Кафедра биофизики

Таблица 1. Некоторые характерные частоты функциональных групп в биомембранах

см^{-1}	Колебания функциональных групп	Литература
1	2	3
25	межмолекулярные колебания в липидном скелетные колебания углеводородных цепей и β -структурные цепи в белке	30
125 сл*		
160		

* сл.—слабая

1	2	3
720	CH ₂ Фл. маятниковое, RN ⁺ (CH ₃) ₃ и Y(C—N)	1, 7, 35
750 сил*	Y сим. (C—N)	1
760 сл.	O—P—O	1
730—900 сл.	Неплоские деформационные колебания атомов Н.	1
845, 872, 890	δCH ₂	25
880	амид III	14
954, 967	δ(=C—H) (вне плоскости)	25
1062 сл. 1085	Y(C—C)	1, 25
1090	YPO ₂ ⁺	1
1100	Y(C—C)	24, 26
1128 сл.	Y(C—C)	1, 13, 25
1133	Y(C—C) транс конформации	7
1150 {	Y CH ₃ \ CH—	
1180 {	CH ₃ /	25
1165	Y(=C—C=)	22, 30
1261	δ(=C—H) (в плоскости)	25
1267	амид III	14
1298	кручение CH ₂	25, 26
1335	амид III	14
1345 сл.	δCH	25
1370	δCH ₂	
1418—1436	δCH	30
1445	δCH ₂	25
1460 сл.	δ _{as} CH ₃	30
1470—1480	CH ₂ —ножничное	1
1530	Y(—C=C—)	22, 30
1560, 1615	аромат. кольцо триптофана и тирозина	14
1640—1660	Y(C=C)	3,4
1658	Y(C—C+H ₂ O)	25
1665	амид I	14
1731	Y(C—O) эфирная	25
1730—1745	Y(C—O)	3,4
2230—2245	Y(C=C)	3,4
2850 сил.	YCH ₂	1,24
2890 сил.	YCH ₃	1,24
2900	YC—H	29
2950	Y _{as} CH ₂	1,24
2960	Y _{as} CH ₃	1
3015—3045	Y(C—H)	3,4
3400	Y(O—H)	29

ЛИТЕРАТУРА

1. G. V. Kenneth, L. Warner, E. Brown, Biochem. and Biophys. Res. Commun., 54, 1973, 358—364.
2. R. Falman. Chem. and Phys. Lipids, 18, 1977, 84—104.
3. M. S. F. Lie Ken Jie, C. H. Lan. Chem. and Phys. Lipids, 18, 1977, 105—114.
4. I. F. D. Davies, M. S. F. Lie Ken Jie, G. H. Lan, Chem. and Phys. Lipids, 15, 2, 1975, 157—160.
5. S. P. Verma, D. F. H. Wallach. Biochim. et biophys. acta, 486, 2, 1977, 217—227.

* сил.—сильная



საქართველოს
აкадеმიის
ბიბლიოთეკა

6. I. Salmeen, L. Rimai, D. Gill, T. Yamamoto, G. Palmer, C. R. Hartzell, H. Beinert. *Biochem. and Biophys. Res. Commun.*, 52, 8, 1973, 1100—1107.
7. B. P. Gaber, W. L. Peticolas. *Biochim. et biophys. acta.* 465, 2, 1977, 260—274.
8. B. P. Gaber, P. Yager, W. L. Peticolas. *Biophys. J.*, 24, 3, 1978, 677—688
9. N. Yelin, I. Levin. *Biochemistry*, 16, 4, 1977, 642—647
10. M. R. Bunow, I. W. Levin. *Biochim. et biophys. acta*, 487, 2, 1977, 388—394
11. L. I. Lis, I. W. Kauffman, D. F. Shriver. *Biochim. et biophys. acta*, 486, 8, 1976, 513—522
12. A. K. Dunker, R. W. Williams, B. P. Gaber, W. L. Peticolas. *Biochim. et biophys. acta*, 553, 2, 1979, 351—357
13. E. Weidekamm, E. Ramberg, D. Brdiczka, G. Wildermuth, F. Macco, W. Lehmann, R. Weber. *Biochim. et biophys. acta*, 464, 2, 1977, 442—447
14. E. Mikkelsen, S. Verma, D. F. H. Wallach. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 75, 11, 1978, 5478—5482.
15. R. C. Ir. Spiker, I. W. Levin. *Biochim. et biophys. acta*, 455, 2, 1976, 560—175
16. R. P. Milanovich, Y. Yen, R. I. Baskin, R. C. Harney. *Biochim. et biophys. acta*, 419, 2, 1976, 243—250
17. R. C. Spiker, I. W. Levin. *Biochim. et biophys. acta*, 433, 3, 1976, 457
18. S. P. Verma, D. F. H. Wallach. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 73, 16, 1976, 3558—3561
19. B. P. Gaber. *Int. Lab.*, May-June, 14, 16, 1977, 19—21
20. Y. Moschetto, G. Fleury, M. Delhaye. In: „Organis. lab. et interpret. result. Biol. prospect. C. r. Seme Colloq. int. Pont-à-Mousson“ Paris, 1976, 587—595
21. I. M. Friedman, D. L. Rousseau, G. Navon, S. Rosenfeld, P. Glynn, K. Lyonas. *Arch. biochem. and biophys.*, 193, 1, 1979, 14—21
22. S. P. Verma, D. F. H. Wallach. *Biochim. et biophys. acta*, 401, 2, 1975, 168—176
23. I. L. Lippert. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 68, 7, 1971, 1572—1576
24. K. Larsson, R. P. Rand. *Biochim. et biophys. acta*, 326, 2, 1973, 245—255
25. R. Mendelson. *Biochim. et biophys. acta*, 290, 1972, 15—21
26. R. Mendelson, S. Sunder, H. J. Bernstein. *Biochim. et biophys. acta*, 413, 3, 1975, 329—340
27. B. Szalontai. *Biochim. and Biophys. Res. Commun.* 70, 3, 1976, 947—950
28. R. B. Mikkelsen, S. P. Verma, D. F. H. Wallach. *Cancer ther. hyperthermia and radiat. Proc.*, 2nd Int. Symp. Essen, 1977. Baltimore-Munich, 1978: 160—162
29. K. Larsson, L. Hellgren, *Experientia*, 30, 5, 1974, 481—483
30. D. F. H. Wallach, S. P. Verma, J. Fookson. *Biochem. et biophys. acta*, 559, 1979, 153—208

ა. ცაგანიძე, ბ. ლომსაძე

კონკრეტული განხილვის საპროტოკოლოსი როგორც ბიოლოგიური
მედიკანების სტრუქტურის შესახებ მეთოდის

რეზიუმე

განხილულია ლიტერატურული მონაცემები კონკრეტული განხილვის სპექტროსკოპიის გამოყენებისა ბიოლოგიური მედიკანების სტრუქტურის შესახებ-
ლისას.

M. TSARTSIDZE, B. LOMSAZDE



06.19353.00
208.0010033

RIMAN SPECTROSCOPY AS A METHOD OF INVESTIGATION OF THE
STRUCTURE OF BIOLOGICAL MEMBRANES

Summary

Literature data on the application of Riman spectroscopy in the investigation of the structure of biological membranes are discussed.



ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ФУНКЦИЕЙ И ЖИДКО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ МЕМБРАН ПЕРОКСИСОМ

М. ГЕГЕЧКОРИ, М. ШЕНГЕЛИЯ, М. ЦАРЦИДЗЕ,
 Б. ЛОМСАДЗЕ

Флуоресцентные зонды в последнее время широко используются для изучения мембранных структур. Они связываются не со всей мембраной, а только с определенными ее участками. Если в участке связывания при тех или иных воздействиях происходит изменение заряда, микровязкости или структуры, то зонд реагирует на это изменением интенсивности флуоресценции (1).

В связи с этим в настоящей работе мы поставили перед собой задачу исследовать с помощью флуоресцентных зондов (ФЗ) действие полициклических углеводов на функцию и структурную организацию мембран пероксисом.

Для исследования возможных конформационных изменений мембран использовали флуоресцентные зонды: отрицательно заряженные красители: 1-анилинонафталин-8-сульфонат (АНС) и эозин и положительно заряженный акридиновый оранжевый (АО). Растворы флуоресцентных зондов готовили на 0,2 М фосфатном буфере рН=7,7 в концентрации 10^{-6} М (конечная концентрация пероксисом в растворе 1 мг белка (мл). Пероксисомы выделяли по методу де Дюва (2), а спектры флуоресценции снимали на установке «МРФ-3» фирмы «Хитачи».

Интенсивность флуоресценции АНС в растворе незначительна ($\lambda_{\text{макс}} = 478$ нм). Добавление этого красителя к суспензии пероксисом приводит к быстрому возрастанию флуоресценции с максимумами при 468 нм и 482 нм. Первый максимум обусловлен связыванием АНС с белками, а второй с фосфолипидами пероксисом. Эти данные паходятся в хорошей корреляции с экспериментами других авторов (3,4). Изучение механизмов связывания АНС с мембранными фрагментами эритроцитарных тейей показывает, что мембранные акцепторы АНС имеют липидную и белковую природу (3). Йошида также доказывает существование двух центров связывания АНС в мембранах тейей эритроцитов (4). При введении полициклических углеводов максимумы флуоресценции АНС не меняются, но увеличивается интенсивность флуоресценции (рис. 1А), что указывает на изменения, протекающие в липидно-протеидных комплексах пероксисом (пероксисомы выделяли спустя 16 часов после введения крысам подкожно полициклических углеводов в оливковом масле: 20-метилхолантрен и антрацен (концентрация каждого 50 мг/кг животного/).

АО имеет значительную люминесценцию в растворе. При добавлении к суспензии пероксисом интенсивность флуоресценции увеличивается ($\lambda_{\text{макс}} = 525$ нм). Полициклические углеводороды увеличивают

интенсивность флуоресценции красителя, что объясняется повышением отрицательно заряженных групп в мембранах пероксисом (рис. 1В).
 Падение интенсивности флуоресценции эозина ($\lambda_{max} = 540$) при введении полициклических углеводов указывает на уменьше-

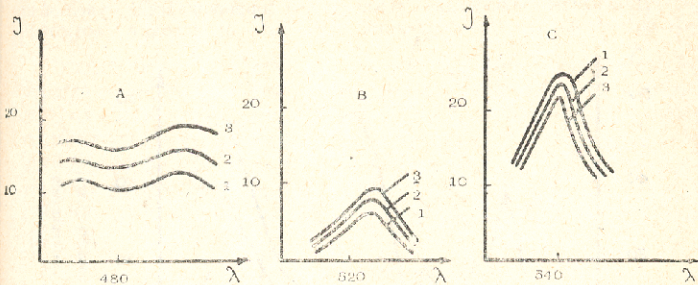


Рис. 1. Изучение влияния антрацена (2) и 220-метилколвантрена (3) на изменение интенсивности флуоресценции АНС (А), АО (В) и эозина (С) в пероксисомах печени крыс (1) спустя 16 часов после их введения.

ние тех специфических областей надмолекулярных структур пероксисом, которые способны связать данный краситель (рис. 1С).

Изменение интенсивности флуоресценции АНС, эозина и АО указывает на то, что в мембранах пероксисом при введении полициклических углеводов происходят конформационные изменения, которые вызывают количественные изменения положительно и отрицательно заряженных групп надмолекулярных комплексов, тем самым изменяя текучесть поверхности мембран пероксисом.

Таблица 1.

Изменение степени поляризации флуоресценции АНС в пероксисомах при введении полициклических углеводов.

Наименование фракции	P
Контроль	$0,18 \pm 0,004$
Антрацен	$0,12 \pm 0,008$
20-метилколвантрен	$0,07 \pm 0,004$

Доказательством этого являются данные по изучению степени поляризации флуоресценции АНС в мембранах пероксисом в норме и при введении полициклических углеводов. Как видно из таблицы № 1 как канцерогенный, так и неканцерогенный (антрацен) полициклические углеводороды вызывают уменьшение степени поляризации флуоресценции АНС. Это означает, что текучесть поверхности мембран пероксисом при введении полициклических углеводов уменьшается.

Для того, чтобы изучить характер изменения текучести поверхности мембран пероксисом, а также сравнить их структурную организацию, мы решили исследовать температурозависимые структурные переходы.

На рис. 2 представлены данные изменения интенсивности флуорес-

пении АНС и активности уратоксидазы в зависимости от температуры (активность уратоксидазы определяли по методу [5]). С помощью АНС выявляется только один структурный переход в области 38°—40°С как в мембранах интактных пероксисом, так и при введении полициклических углеводов.

Дальнейшее повышение температуры сопровождается увеличением интенсивности флуоресценции АНС. Это происходит, возможно,

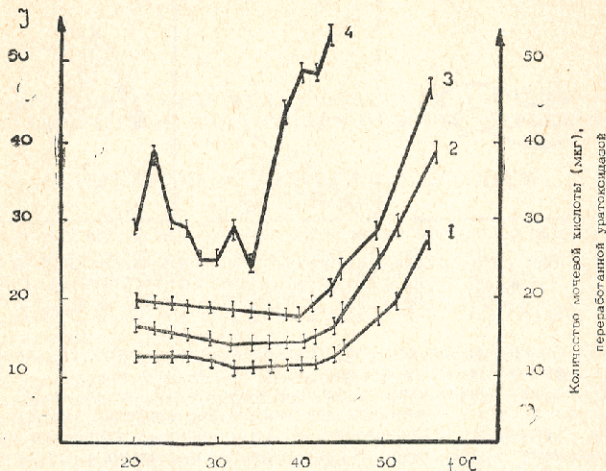


Рис. 2 Изучение влияния температуры на изменение активности уратоксидазы (4) и интенсивности флуоресценции АНС в пероксисомах (1) спустя 16 часов после введения антрацена (2) и 20-метилхлантарена (3).

из-за того, что мембрана дезагрегируется и ее составляющие выходят в раствор. Изучение температурной зависимости активности уратоксидазы в области температур 20°—44°С показывает, что имеются три структурных перехода при 22°, 32° и 38°—40°С. Сравнение структурных переходов, наблюдаемых в мембранах пероксисом методами флуоресценции АНС и определения активности уратоксидазы показало, что в области температуры 38°—40°С оба метода позволяют наблюдать переход жидко-кристаллической структуры мембран в жидкую. Это указывает на связь структуры пероксисомальных мембран с их функцией. Остальные два структурных перехода, наблюдаемые на температурных кривых активности уратоксидазы обнаружить с помощью АНС не удается.

Кафедра биофизики

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Е. Добрецов. Биофизика, Итоги науки и техники, М, т. 4, 1975, 86—132.
2. С. DE Duve, L. Passau, J. Maisin. Biochem. J., 60, 1955, 604
3. D. B. Millari, C. F. Chignell. Biophys. Chem., 3, 4, 1975, 297—306
4. S. Yoshida. Chem. and Pharm. Bull., 24, 12, 1976, 3039—3044
5. H. Tsukada, Y. Mashizuki, T. Konishi. J. Cell Biol., 37, 2, 1968, 234



კერძო-სსრკული მემბრანების ფუნქციონასა და თხევად-კრისტალურ მდგომარეობას შორის კავშირის შესახებ

რეზიუმე

ფლუორესცენტული ზონდების (ანს, ეოზინი და აკრიდინის ნარინჯი) საშუალებით შესწავლილია პეროქსისომალური მემბრანების სტრუქტურული ორგანიზაცია და პოლიციკლური ნახშირწყალბადების (კანცეროგენული 20-მეთილქოლანთრენი და არაკანცეროგენული ანტრაცენი) გავლენით მათში მომხდარი სტრუქტურული ცვლილებები, აგრეთვე შესაძლებელი კავშირი ამ ცვლილებებსა და პეროქსისომების მემბრანების ფუნქციას შორის ანს ფლუორესცენციისა და ურატოქსიდაზის აქტივობის არენიუსის მრუდების ანალიზის საშუალებით.

M. GEGECHKORI, M. SHENGELIA, M. TSARTSIDZE, B. LOMSADZE

STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE FUNCTION AND THE FLUID CRYSTAL STATE OF PEROXISOMAL MEMBRANES

Summary

The structural organization of peroxisomal membranes and structural changes in normal peroxisomal membranes and in membranes affected by polycyclic hydrocarbons (carcinogenic, 20-methylcholanthrene and noncarcinogenic, anthracene) have been studied by means of fluorescent probes (1-anilino-naphthalene-8-sulfonate, eosin and acridine orange). The relationship between these changes and the function of peroxisomal membranes was also studied via analysis of Arrhenius plots of uratoxidase activity and ANS fluorescence.



О ДВУХФАЗНОМ ХАРАКТЕРЕ ДЕЙСТВИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА АКТИВНОСТЬ ЛИЗОСОМАЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ

Т. ДАРЧИЯ, Г. ДАВИТАЯ, М. ЦАРЦИДЗЕ, Б. ЛОМСАДЗЕ

Вопрос об изменении проницаемости мембран лизосом при действии полициклических углеводородов представляет интерес, так как от их целостности во многом зависит нормальное функционирование клетки. Об увеличении или уменьшении проницаемости мембран лизосом можно судить по изменению активности их ферментов. Активность кислой фосфатазы и катепсинов определяли по методу (1). Полициклические углеводороды (антрацен и 3,4-бензпирен) вводили подкожно в оливковом масле (50 мг/кг крыс), а органеллы печени (лизосомы, микросомы, митохондрии) выделяли по методу (2). Надо отметить, что активность кислой фосфатазы определяли в опытах *in Vivo* и *in Vitro*, а также в ферментном препарате при действии различных концентраций полициклических углеводородов.

Результаты опытов по изменению активности кислой фосфатазы и катепсинов органелл печени крыс в латентном периоде канцерогенеза, вызываемого 3,4-бензпиреном, приведены на таблицах 1 и 2. Оказалось, что в процессе латентного периода, длящегося 100-120 дней, активность катепсинов под действием 3,4-бензпирена во всех органеллах имеет одинаковую направленность на всех стадиях, вплоть до образования опухоли, катепсиновая активность оказывается значительно ниже контроля. Аналогичное снижение активности катепсинов наблюдается также и при введении антрацена (табл. 1).

Необходимо отметить, что это снижение более выражено на стадии, непосредственно предшествующей образованию опухоли.

Подытоживая полученные результаты, можно указать, что во всех органеллах животных, получивших 3,4-бензпирен, на основном отрезке времени латентного периода наблюдается значительное снижение активности катепсинов, что указывает на существенные изменения лизосомного аппарата клетки в процессе канцерогенеза.

В аналогичных описанных выше условиях опытов по изучению изменения активности кислой фосфатазы органелл печени крыс при воздействии полициклических углеводородов в латентном периоде канцерогенеза показано, что не наблюдается особых специфических изменений в активности этого фермента. Результаты опытов приведены в табл. 2.

Изучение кислофосфатазной активности органелл печени крыс выявило, что под действием 3,4-бензпирена активность фермента оказывается ниже контрольного уровня на всех стадиях канцерогенеза. В лизосомах опухоли также замечается снижение активности данного фермента, однако в самой опухоли ее активность резко возрастает.

Исходя из полученных нами экспериментальных данных нельзя согласиться с предложениями Дингдо о повышении стабильности мембран лизосом опухоли (3). Эту мысль автор высказал на основании понижения активности кислой фосфатазы в лизосомах опухоли. Однако мы предполагаем, что в опухолевых клетках происходит не стабили-

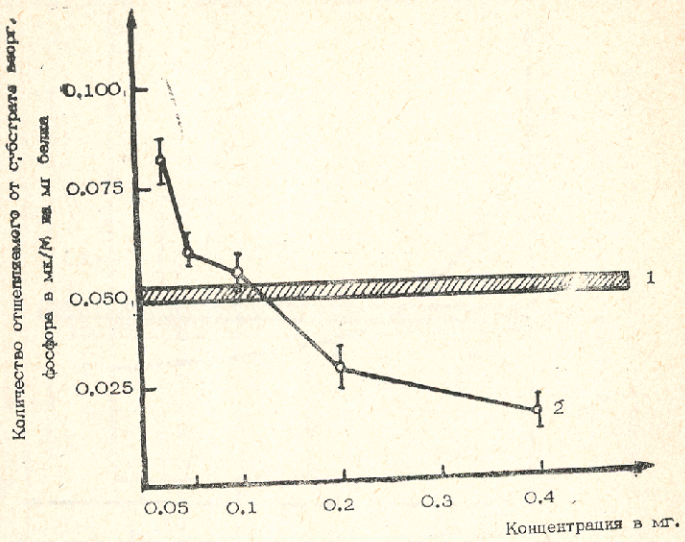


Рис. 1. Изменение активности кислой фосфатазы при действии различных концентраций антрацена (2), 1-контроль.

зация, а лабильзация мембран лизосом. На это указывает выход кислой фосфатазы и катепсинов из лизосом и переход в цитоплазму, что доказывается уменьшением активности кислой фосфатазы и катепсинов в лизосомах опухоли и их увеличением в цитоплазме клеток опухоли.

С другой стороны, изучение активности ферментов в зависимости от концентрации полициклических углеводов является перспективным в аспекте установления кинетических закономерностей взаимодействия фермента с экзогенными токсическими для организма веществами. Поэтому, в модельных опытах нами было изучено действие различных концентраций неканцерогенного (антрацен) и канцерогенного (3,4-бензпирен) полициклических углеводов на активность кислой фосфатазы.

На рис. 1. приведены результаты по изменению активности кислой фосфатазы при действии антрацена. Оказалось, что антрацен в концентрации 0,025; 0,05 и 0,1 мг/4мг фермента вызывает инициирование активности кислой фосфатазы, а увеличение концентрации антрацена (0,2 и 0,4 мг/4мг фермента) приводит к ингибированию активности фермента. Двухфазный характер действия на кислородфосфатазную активность проявляет и 3,4-бензпирен (рис. 2).

Фазовый характер действия указанных выше полициклических

углеводородов, возможно, вызвано различиями в характере изменения конформации молекулы фермента при действии низких и высоких концентраций полициклических углеводородов. При этом вполне возможно изменение микровязкости микроокружения активного центра фермента. Тем более, что некоторые авторы показали двухфазный характер действия холестерина (4,5) на бислой яичного лецитина. При до-

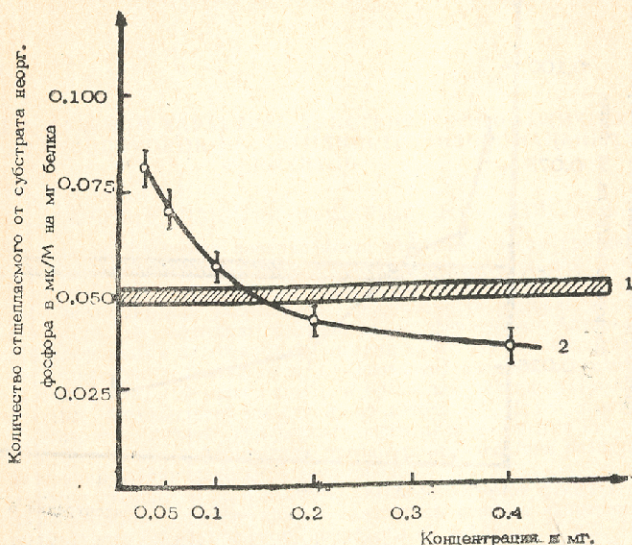


Рис. 2. Изменение активности кислой фосфатазы при действии различных концентраций 3,4-бензпирена (2), 1-контроль.

бавлении малых концентраций холестерина к бислоям яичного лецитина происходит улучшение ориентации и уменьшение текучести структуры. Высокие концентрации холестерина вызывают возрастание текучести бислоя.

Аналогичные различия ферментативной активности при различных способах воздействия полициклических углеводородов наблюдается и для лизосом печени. Взаимодействие полициклического углеводорода проводили следующим образом: гомогенизацию печени крыс, в одном случае, проводили совместно с кристаллами полициклических углеводородов (3,4-бензпирен, антрацен) в концентрации 0,005 М, а в другом случае — с 0,005 М раствором полициклических углеводородов в ацетоне. После 20-минутной инкубации выделяли лизосомы и определяли активность кислой фосфатазы.

Как видно из рис. 3, действие кристаллических 3,4-бензпирена и антрацена на печень вызывает увеличение активности кислой фосфатазы лизосом, а растворенных 3,4-бензпирена и антрацена — ингибирование активности указанного выше фермента.

Противоположный характер изменения активности кислой фосфатазы лизосом при различных способах воздействия полициклических углеводородов, возможно, является следствием аккумуляции лизо-

сомами разных концентраций полициклических углеводородов. При действии кристаллического углеводорода в лизосомах может попасть очень малое количество вещества, которое вызывает иницирование активности фермента, а при воздействии растворенного углеводорода его количество в лизосомах сильно возрастает и при этом ингибируется

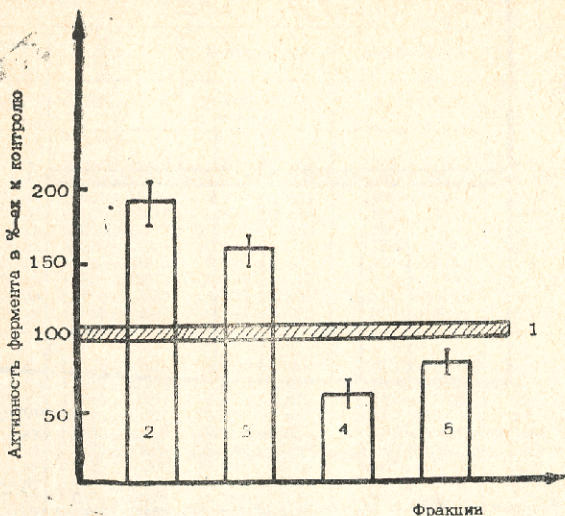


Рис. 3. Изменение активности кислой фосфатазы лизосом печени крыс при действии полициклических углеводородов:

- 1-контроль
- 2-кристаллы 3,4-бензпирена
- 3-кристаллы антрацена
- 4-раствор 3,4-бензпирена в ацетоне
- 5-раствор антрацена в ацетоне

кислая фосфатаза. Эти данные находятся в хорошей корреляции с данными, приведенными на рис. 1 и 2, где в модельных опытах, на ферментном препарате, при малых концентрациях наблюдаем иницирование фермента, а в случае высоких концентраций — его ингибирование.

Одновременно, двухфазный характер действия полициклических углеводородов наблюдали также на изменение ингибирующей активности лизосом (ингибирующую активность определяли по (б)). В случае действия кристаллического 3,4-бензпирена ингибирующая активность лизосом по сравнению с нормой падает, а 3,4-бензпирен, в растворенном виде, вызывает ее увеличение (рис. 4).

Двухфазный характер действия полициклических углеводородов на ингибирующую и ферментативную активности лизосом печени крыс, возможно, вызван различиями в изменении микровязкости мембран лизосом при воздействии низких и высоких концентраций полициклических углеводородов. Таким образом, предполагаемая взаимосвязь между изменением ингибирующей и ферментативной активностей и микровязкостью мембран лизосом подтверждает существующую тесную связь между функцией и структурой биологических мембран.

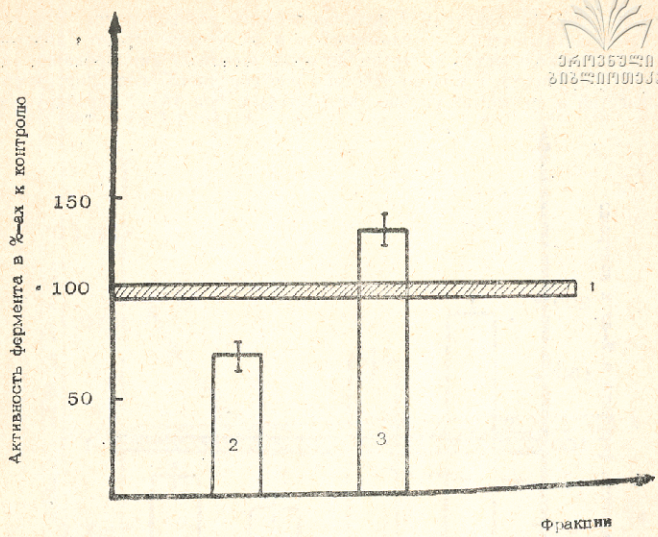


Рис. 4. Влияние кристаллического (2) и растворенного в ацетоне (3) 3,4-бензпирена на ингибирующую активность лизосом печени крыс, 1-контроль.

Таблица 1.

Изменение активности катепсина в органоидах печени крыс на различных стадиях канцерогенеза (активность фермента: тирозин в мкмоль /мин/ мг белка)

Наименование	Ядра	Митохондрий	Микросомы	Лизосомы	
Контроль	2,6519±0,0452	9,6308±0,1330	9,6821±0,5035	16,5122±0,2367	
Антрацен	2 ч	2,0989±0,0418	9,1785±0,1217	10,4571±0,3555	16,7073±0,7900
	4 ч	2,7624±0,1562	3,7415±0,0700	4,5393±0,1271	15,9024±0,2378
	16 ч	1,1050±0,1400	0,0985±0,0671	7,1936±0,1563	11,8585±0,1088
	24 ч	2,5149±0,1296	9,5200±0,0223	7,3000±0,4161	14,2829±0,2650
	5 дн	1,584±0,0613	3,9108±0,1367	7,1036±0,4333	6,2000±0,1212
	10 дн	1,4369±0,0870	3,9108±0,2379	7,1036±0,3410	7,5463±0,1220
	25 дн	1,8784±0,1077	3,9108±0,1642	6,5107±0,5524	7,5463±0,4211
	50 дн	1,9890±0,1611	4,4185±0,2733	5,9178±0,1361	7,5463±0,2389
	75 дн	2,0442±0,0777	4,4185±0,1149	8,2858±0,2237	8,0828±0,2411
	100 дн	2,0442±0,0921	5,8369±0,1972	8,2857±0,1326	9,7024±0,2809
3,4 бензпирен	2 ч	2,6519±0,1519	8,4985±0,1445	19,4571±0,3242	15,9927±0,1845
	4 ч	2,4309±0,1805	7,4800±0,1571	5,1286±0,2872	14,2829±0,1981
	16 ч	1,4365±0,0951	5,4185±0,3181	6,5107±0,2060	11,8820±0,3027
	24 ч	2,0228±0,1307	9,5209±0,3332	9,5107±0,0846	11,0585±0,0956
	5 дн	1,5470±0,1106	4,7100±0,3666	6,7071±0,0805	9,9366±0,1600
	10 дн	1,5470±0,0927	5,0985±0,0612	7,8928±0,2048	8,9317±0,0113
	25 дн	1,9899±0,0851	4,7600±0,1666	8,6821±0,5733	8,0049±0,2005
	50 дн	1,9442±0,5421	4,5908±0,3351	10,2607±0,1693	7,9365±0,3800
	75 дн	1,1547±0,2201	4,7655±0,2807	10,2607±0,0795	7,7024±0,1360
	100 дн	1,2090±0,1358	5,0985±0,2396	9,4774±0,2960	6,5122±0,1667
Опухоль	4,0081±0,0975	4,8702±0,1259	9,7526±0,1522	6,6890±0,2635	



Изменение активности кислой фосфатазы в органоидах печени крыс на разных стадиях канцерогенеза (активность фермента неорганический фосфор в мкмоль/мин/ мг белка).

Наименование		Ядра	Митохондрии	Микросомы	Лизосомы
Контроль		2,6125±0,2301	0,3846±0,5433	3,7411±0,2857	10,6120±0,1067
Антрацен	2 ч	2,0850±0,1982	8,2927±0,3859	2,3036±0,0859	9,4908±0,2311
	8 ч	2,0768±0,0921	8,2231±0,1539	3,4554±0,1940	6,5394±0,1700
	16 ч	1,8550±0,0732	8,9615±0,2011	8,8393±0,4269	7,8658±0,1307
	24 ч	8,4675±0,1046	8,9691±0,0915	6,6250±0,1507	9,1707±0,4700
	5 дн	3,8225±0,1118	10,4615±0,1543	6,9398±0,3791	10,6220±0,4118
	10 дн	3,8850±0,1307	10,9615±0,2754	0,7539±0,2019	10,9140±0,4847
	25 дн	4,8225±0,1913	9,4692±0,1611	7,1964±0,3453	10,6214±0,3672
	50 дн	4,6600±0,2372	9,9615±0,1973	9,5000±0,1800	9,7317±0,8165
	25 дн	4,7900±0,3265	8,7077±0,2890	11,5178±0,4333	8,7317±0,3275
	100 дн	4,0325±0,2861	9,3067±0,1900	11,5178±0,6008	8,7317±0,8875
3,4 бензпирен	2 ч	1,1775±0,1075	8,2000±0,1701	6,8393±0,2119	10,6220±0,5345
	4 ч	1,9882±0,1225	8,7077±0,3520	3,4554±0,0755	10,7850±0,4278
	16 ч	1,7750±0,1151	8,9692±0,0477	6,6250±0,1250	9,5854±0,4152
	24 ч	3,8875±0,4321	9,2231±0,3011	8,6428±0,6471	6,4875±0,5761
	5 дн	6,7900±0,2109	9,7231±0,2257	7,7768±0,0987	8,9512±0,7521
	10 дн	6,3875±0,0896	9,9692±0,1888	7,1964±0,1812	8,7682±0,1379
	25 дн	8,0650±0,3206	11,4615±0,1509	8,6428±0,1783	6,9756±0,2530
	40 дн	5,9568±0,1236	10,4400±0,5781	10,8637±0,6778	6,9756±0,2786
	75 дн	5,6372±0,3276	10,7000±0,2511	13,5357±0,2501	5,7317±0,6321
	100 дн	5,0548±0,1999	11,7000±0,3710	13,5357±0,7981	5,9512±0,3398
Опухоль	5,9970±0,2815	11,8536±9,4508	14,7565±0,8251	5,5493±0,7428	

Проблемная лаборатория молекулярных механизмов канцерогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Gianetto, C. DE Duve. Biochem. J., 59, 3, 1959, 433—447
2. P. L. Sawant S. Shibko, U. S. Kumta, A. L. Tappel. Biochim. et Biophys. acta, 85, 1964, 82—92
3. J. V. Diengdon. Nature, 215, 1967, 861—862
4. J. M. Boggs, J. C. Hsia. Biochim. et Biophys. acta, 290, 1972, 32—42
5. B. Kruiff, P. R. Gullis, G. K. Radda. Biochim. et Biophys. acta, 436, 4, 1976, 729—740
6. И. А. Клипсон, Т. Г. Мамедов, В сб. «Биолюминесценция», М., 1965, 151—156.



ლიზოსომური ფერმენტის აქტივობაზე პოლიციკლური ნახშირწყალბადების
გოქმადების ორფაზიანი ხასიათის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია პოლიციკლური ნახშირწყალბადების ორფაზიანი მოქმედების
ხასიათი ვირთაგვის ღვიძლის ლიზოსომების მინიპიბირებელ და ფერმენტულ
(მეფა ფოსფატაზა) აქტივობაზე.

ნავარაუდევია ურთიერთკავშირი ლიზოსომების მემბრანების მინიპიბირე-
ბელ და ფერმენტულ აქტივობასა და მიკროსიბლანტეს შორის.

T. DARCHIA, G. DAVITAIA, M. TSARTSIDZE, B. LOMSADZE

ON THE TWO-PHASE PATTERN OF THE ACTION OF POLYCYCLIC
HYDROCARBONS ON THE ACTIVITY OF LYSOSOMAL ENZYMES

Summary

A two-phase pattern of the effect of polycyclic hydrocarbons on the
inhibitory and enzymatic activity (acid phosphatase) of the rat liver lysoc-
somes is shown. A correlation is suggested between the inhibitory and
enzymatic activity and the microviscosity of lysosomal membranes.

О КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ФОСФОЛИПИДОВ ПРИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОМ РОСТЕ

О. ДЖИШҚАРИАНИ, Т. ЛУРСМАНАШВИЛИ, М. ЦАРЦИДЗЕ,
М. ШЕНГЕЛИЯ, Б. ЛОМСАДЗЕ

В литературе имеются многочисленные данные (1,4,6), указывающие на изменение физико-химических свойств фосфолипидов при развитии злокачественных новообразований. Одновременно ведутся работы по изучению количественного состава фосфолипидов отдельных органов или оргanelл в норме и при злокачественном росте (3,11). Однако не существует данных о сравнительном анализе фосфолипидов оргanelл интактных и опухолевых клеток и фактов об изменении фосфолипидов лизосом при злокачественном росте. Поэтому, представляло интерес одновременное изучение фосфолипидного состава крови, печени и опухоли крыс и их соответствующих оргanelл в норме и при злокачественном росте.

Субклеточные оргanelлы печени крыс (митохондрии и лизосомы) выделяли по методу Севанта (12), а из опухоли—по методу де Дюва (2), выделения фосфолипидов осуществляли по методу Фольча (13). Фракции фосфолипидов получали с помощью тонкослойной хроматографии (9) и количественно определяли на микроденситометре «Хромоскан 200/201» английской фирмы «Джойс Лобел».

В таблице № 1 приведены данные о содержании фосфолипидов в печени у интактных крыс и крыс опухоленосителей, а также опухоли (карцинома Герена). Как видно из таблицы, основной фракцией фосфолипидов являются фосфатидилхолины, доля которых в печени интактных крыс составляет 22,56%. Следующей фракцией по содержанию фосфолипидов являются фосфатидилэтанолламины, процентное содержание которых в печени крыс равно 13,3%. Доля фосфатидилхолина в фосфолипидном составе печени крыс опухоленосителей и опухоли мало отличается от таковой у интактных крыс, но все-таки характеризуется тенденцией к увеличению. Нарастание доли в фосфолипидном составе опухоли наблюдается для фосфатидилэтанолламинов, тогда как в печени опухоленосителей наблюдается ее незначительное уменьшение. Что касается минорных компонентов фосфолипидов, то в случае сфингомиелинов происходит увеличение их доли в фосфолипидном составе печени опухоленосителей и опухоли, а в случае фосфатидилинозитов — ее уменьшение. Из таблицы № 1 видно, что доля фосфатидилсеринов в фосфолипидах опухоли увеличивается, а доля кардиолипинов уменьшается.

Особо следует подчеркнуть изменение количества лизофосфатидилхолинов. Как известно, процесс перекисидации мембранных фосфолипидов сопровождается образованием лизофосфатидов (10). Если в



этом аспекте будем рассматривать изменение лизофосфатидилхолинов, то увидим, что в фосфолипидах опухоли их доля уменьшается, что указывает на ингибирование окислительных процессов в опухолях (8). В печени крыс опухоленосителей доля лизофосфатидилхолинов увеличивается почти на 500%. Ввиду того, что происходит интенсивная перекатка антиоксидантов из печени в опухоль (5,8), в печени крыс опухоленосителей происходит интенсификация окислительных процессов из-за чего происходит нарастание доли лизофосфатидилхолинов в их фосфолипидах.

Представляет интерес рассчитать отношение некоторых фосфолипидов [отношение фосфатидилхолина (ФХ) к фосфатидилэтаноламину (ФЭА), сфингомиелину (СФ) и лизофосфатидилхолину (ЛФХ)], так как оно является характерным для определенного типа мембран и дает возможность судить об изменении структурной организации биологических мембран. Отношение основных фракций фосфолипидов ФХ/ФЭА для интактной печени составляет 1,65. В опухоли из-за увеличения доли фосфатидилэтаноламинов происходит его уменьшение, а в печени опухоленосителей — увеличение. В случае сфингомиелинов отношение ФХ/СФ в обоих случаях уменьшается по сравнению с печенью интактных крыс. Отношение фосфатидилхолинов к лизофосфатидилхолинам для печени интактных крыс составляет 11,5. В опухоли это отношение увеличено, а в печени крыс опухоленосителей резко падает. Предполагается, что, в дальнейшем, при основательной разработке данного подхода можно будет судить об уровне процессов перекисления липидов, протекающих в том или ином органе животного.

Как известно, злокачественный рост сопровождается изменением заряда в биологических мембранах. В наших экспериментах отрицательный заряд снижается на 16,6% (Отрицательный заряд имеют фосфолипиды: фосфатидилсерины, фосфатидилинозиты и кардиолипины (7)). (Сумма всех отрицательно заряженных фосфолипидов интактной печени составляет 25,3%, а для фосфолипидов опухоли 21,12%. Уменьшение отрицательно заряженных фосфолипидов равно 16,6%). Возможно, что уменьшением данного феномена в биологических мембранах могут быть объяснены изменения электростатических взаимодействий в липид-белковых комплексах надмолекулярных структур при злокачественном росте.

В таблице № 2 приведены данные о количественном составе фосфолипидов крови интактных крыс и крыс опухоленосителей. Как видно из таблицы, основной фракцией фосфолипидов крови как и в случае печени, являются фосфатидилхолины, доля которых в фосфолипидах достигает 31,32%. При злокачественном росте наблюдается их увеличение на 11,2%, которое составляет 34,84% от всех фракций фосфолипидов. В случае фосфатидилэтаноламинов увеличение их количества составляет 36,4% (13,08% для фосфолипидов крови интактных крыс и 17,85% для крыс опухоленосителей). Что касается лизофосфатидилхолинов и сфингомиелинов, то для них наблюдается уменьшение количества на 31,9% и 18,94% соответственно (12,79% и 6,7% для фосфолипидов крови интактных крыс и 8,71% и 5,48% для крыс опухоленосителей соответственно). Минорный компонент фосфолипидов крови — фосфатидилсерин при злокачественном росте, как и в случае печени, увеличивается.

Интересно рассмотреть изменение отношения основной фракции фосфолипидов — фосфатидилхолинов, с одной стороны, и фосфатидилэтаноламина, сфингомиелина и лизофосфатидилхолина, с другой стороны, при злокачественном росте. В фосфолипидах крови интактных крыс оно составляет соответственно 2,3; 4,6 и 2,4, а при злокачествен-



ном росте 1,2; 6,3 и 4,0 соответственно. Как видно из приведенных экспериментальных данных отношение ФХ/ЛФХ при злокачественном росте в фосфолинндах крови увеличивается (2,4 для интактных и 4,0 для крыс опухоленосителей). Причем, эти эксперименты еще раз показывают возможность разработки подхода для суждения о степени перекисидации, протекающей в различных тканях при патологии.

В таблице № 3 даны доли отдельных фракций фосфолипидов митохондрии в процентах. Как видно из таблицы, в митохондриях печени интактных крыс сфингомиелин не обнаруживается, в митохондриях печени крыс опухоленосителей он появляется в небольших количествах, а в митохондриях опухоли его содержание достигает 16,9%. Содержание основной фракции фосфолипидов — фосфатидилхолинов уменьшается как в митохондриях печени крыс опухоленосителей, так и опухоли на 37,5% и 56,6% соответственно. Уменьшение доли в фосфолипидном составе митохондрии печени крыс опухоленосителей и самой опухоли показано и в случае лизофосфатидилхолинов. Если в митохондриях интактной печени она составляет 16,3%, то в митохондриях печени крыс опухоленосителей и опухоли она равна 9,86% и 14,01% соответственно. Что касается фосфатидилэтанолламинов, фосфатидилсеринов и фосфатидилинозитов, то в фосфолипидах митохондрии опухоли их доля увеличивается от 16,12%, 3,4% и 9,3% для интактной печени до 25,88%, 6,0% и 16,7% соответственно для митохондрии опухоли. Доля характерного для фосфолипидов митохондрии компонента — кардиолепина в митохондриях печени крыс опухоленосителей уменьшается на 32,5%, а в митохондриях опухоли происходит уменьшение его доли на 61,6%. Изучение количественных изменений фосфолипидов еще раз указывает на изменение структурной организации и функции биологических мембран внутриклеточных компонентов клетки при злокачественном росте. Рассмотрим отношение ФХ/ФЭА и ФХ/ЛФХ для вышеприведенных случаев. Значение этих отношений в митохондриях печени крыс опухоленосителей и опухоли уменьшается. Если для интактных крыс оно равно 1,2 и 1,2, то для митохондрии печени крыс опухоленосителей и опухоли — 0,5; 1,2 и 0,3; 0,6 соответственно.

Что касается изменения количественного состава фосфолипидов лизосом при злокачественном росте, этот вопрос освещен недостаточно. Поэтому, мы попытались изучить количественные изменения фосфолипидного состава лизосом при двух, различных по своему происхождению, опухолей (при карциноме Герена и опухоли, вызванной канцерогеном 20-метилхолантреном) и сопоставить эти изменения с друг-другом в аспекте выявления единства или различия в механизмах их образования.

Рассмотрим фосфолипидный состав лизосом при карциноме Герена. Экспериментальные данные о процентном изменении содержания фосфолипидов лизосом (интактная печень, печень крыс опухоленосителей, опухоль) приведены в таблице № 4. Как видно из таблицы, злокачественный рост сопровождается количественными изменениями фосфолипидов лизосом, причем наиболее существенно изменяется содержание миорных компонентов фосфолипидов. Доля фосфатидилсеринов в фосфолипидном составе лизосом увеличивается от 1,95% для интактных лизосом до 4,4% и 12,53% для лизосом печени крыс опухоленосителей и опухоли соответственно. Наблюдается также резкое увеличение доли основной фракции фосфолипидов — фосфатидилхолинов и сфингомиелинов в фосфолипидах лизосом опухоли. Если их доля в интактных лизосомах составляет 37,51% и 6,88%, то в лизосомах опухоли она достигает 50,69% и 9,03% соответственно. Что касается остальных фракций фосфолипидов, то и в случае фосфатидилинозитов и кардио-



Липинов и лизофосфатидилхолинов наблюдаем резкое уменьшение их доли в фосфолипидном составе лизосом опухоли крыс:

Изучение изменения отношения фосфолипидов показывает, что для ФХ/ФЭА в интактных лизосомах оно равно 2,3, а для лизосом печени крыс опухоленосителей и самой опухоли 4,2 и 6,0 соответственно. Это увеличение вызвано резким нарастанием доли основного фосфолипида — фосфатидилхолина лизосом. В случае ФХ/ЛФХ также происходит увеличение отношений при злокачественном росте: 2,7; 7,4 и 6,3 для лизосом печени интактных крыс, крыс опухоленосителей, а также для опухоли соответственно. Отношение ФХ/СФ не претерпевает больших изменений в лизосомах опухоли, что возможно вызвано увеличением доли обоих фосфолипидов в фосфолипидах лизосом опухоли.

Для сопоставления экспериментальных данных по изменению фосфолипидного состава лизосом нами также было изучено их изменение при опухолях, вызванных канцерогеном 20-метилхолантреном. Как и в случае карциномы Герена, здесь также происходит увеличение минорного компонента фосфолипидов — фосфатидилсеринов (таблица № 4). Если в интактных лизосомах его доля равна 1,95% -ам, то в лизосомах печени крыс опухоленосителей и опухоли достигает 5,1% и 4,0% соответственно. Рост доли в фосфолипидном составе лизосом опухоли наблюдается и для фосфатидиллизитов и фосфатидилэтаноламинов.

Что касается основного фосфолипида лизосом — фосфатидилхолина, то в опухоли, вызванной 20-метилхолантреном, его доля в фосфолипидах лизосом резко падает. Такое же уменьшение наблюдается для сфингомиелинов и лизофосфатидилхолинов.

При сравнении отношения ФХ/ФЭА и ФХ/СФ для лизосом интактных крыс и опухоли оказалось, что эти величины уменьшаются для лизосом опухоли. Если в фосфолипидах интактных лизосом они равны 2,3 и 5,4 соответственно, то в фосфолипидах лизосом опухоли крыс становятся равными соответственно 0,4 и 1,9. Такая же корреляция наблюдается и в фосфолипидах лизосом печени опухоленосителей (0,6 и 1,9 соответственно). В случае ФХ/ЛФХ эти отношения мало отличаются от таковых фосфолипидов лизосом опухоли (2,7 и 2,8), а в лизосомах печени опухоленосителей уменьшаются до 2,5.

Сравнение экспериментальных данных изменения количественного состава фосфолипидов опухолей, вызванных трансплантированными раковыми клетками (карцинома Герена) и канцерогеном 20 метилхолантреном показывает, что в обеих опухолях односторонность изменения наблюдается только при минорном компоненте фосфолипидов-фосфатидилсеринов, доля которых увеличивается. Изменения количества основных фосфолипидов: фосфатидилхолинов, фосфатидилэтаноламинов и сфингомиелинов имеют различный характер. К примеру, при карциноме Герена доля фосфатидилхолинов и сфингомиелинов в фосфолипидах лизосом увеличивается, а фосфатидилэтаноламинов уменьшается. При опухоли, вызванной 20-метилхолантреном, изменения противоположные: доля фосфатидилхолинов и сфингомиелинов уменьшается, а фосфатидилэтаноламинов увеличивается.

Рассмотренные экспериментальные данные указывают на то, что метаболизм и обмен фосфолипидов мембран лизосом при карциноме Герена и опухоли, вызванной 20-метилхолантреном, имеют различный характер, что указывает на различие в механизмах их образования.

Изучение процентного содержания отдельных фракций фосфолипидов печени интактных крыс и крыс опухоленосителей



Наименование фосфолипидов	печень интактных крыс	печень крыс опухоленосителей	опухоль (карцинома Герена)
Фосфатидилсерин	6,86 ± 0,3	3,8 ± 0,1	7,75 ± 0,2
Фосфатидилинозиты	9,77 ± 0,2	9,1 ± 0,2	8,12 ± 0,3
Кардиолипиды + Фосфатидные кислоты	8,57 ± 0,4	16,82 ± 0,5	8,12 ± 0,3
Сфингомиелины	8,72 ± 0,3	10,0 ± 0,3	11,3 ± 0,6
Лизофосфатидилхолины	1,95 ± 0,1	12,06 ± 0,4	1,86 ± 0,1
Фосфатидилхолины	22,56 ± 0,2	23,49 ± 0,5	22,88 ± 0,1
Фосфатидилэтанолламины	13,88 ± 0,3	12,91 ± 0,2	16,0 ± 0,7

Таблица 2

Изучение процентного содержания отдельных фракций фосфолипидов крови интактных крыс и крыс опухоленосителей

Наименование фосфолипидов	Кровь интактных крыс	Кровь крыс опухоленосителей (карцинома Герена)
фосфатидилсерин	5,29 ± 0,3	6,34 ± 0,4
Фосфатидилинозиты	15,27 ± 0,9	8,06 ± 0,3
Кардиолипиды + Фосфатидные кислоты	5,44 ± 0,4	8,17 ± 0,2
Сфингомиелины	6,76 ± 0,3	0,48 ± 0,6
Лизофосфатидилхолины	12,46 ± 0,6	3,71 ± 0,5
Фосфатидилхолины	31,32 ± 0,9	34,84 ± 0,8
Фосфатидилэтанолламины	23,08 ± 0,8	17,85 ± 0,9

Таблица 3

Изучение процентного содержания отдельных фракций фосфолипидов в митохондриях печени интактных крыс и крыс опухоленосителей

Наименование фосфолипидов	Печень интактных крыс	Печень крыс опухоленосителей	Опухоль (карцинома Герена)
фосфатидилсерин	3,4 ± 0,4	5,78 ± 0,3	6,0 ± 0,3
Фосфатидилинозиты	9,3 ± 0,3	12,59 ± 0,4	16,79 ± 0,6
Кардиолипиды + Фосфатидные кислоты	23,5 ± 6,7	15,90 ± 0,7	9,01 ± 0,2
Сфингомиелины	0	5,35 ± 0,6	6,19 ± 0,7
Лизофосфатидилхолины	16,8 ± 0,6	9,89 ± 0,3	14,01 ± 0,5
Фосфатидилхолины	20,0 ± 0,0	12,4 ± 0,9	8,68 ± 0,1
Фосфатидилэтанолламины	16,12 ± 0,4	24,65 ± 0,7	25,88 ± 0,9

Изучение процентного содержания отдельных фракций фосфолипидов лизосом интактных крыс и крыс опухоленосителей, вызванное трансплантируемыми раковыми клетками (карцинома Герена) и химическим канцерогеном (20-метилхолантрен)

Наименования фосфолипидов	Печень интактных крыс	Печень крыс опухоленосителей (карцинома Герена)	Опухоль (карцинома Герена)	Печень крыс опухоленосителей (20-метилхолантрен)	Опухоль (20-метилхолантрен)
Фосфатидилсерины	1,95 ± 0,1	4,4 ± 0,3	12,5 ± 0,3	5,11 ± 0,3	4,0 ± 0,1
Фосфатидилинозиты	9,97 ± 0,3	8,66 ± 0,4	3,3 ± 0,4	9,89 ± 0,4	13,4 ± 0,5
Кардиолипины + Фосфатидные кислоты	8,32 ± 0,4	8,57 ± 0,5	6,9 ± 0,5	9,18 ± 0,2	8,6 ± 0,6
Сфингомиелины	6,88 ± 0,2	5,56 ± 0,6	9,0 ± 0,6	11,17 ± 0,6	5,9 ± 0,4
Лизофосфатидилхолины	13,67 ± 0,76	6,12 ± 0,3	8,0 ± 0,9	5,37 ± 0,5	4,0 ± 0,6
Фосфатидилхолины	37,51 ± 1,1	45,86 ± 0,2	50,7 ± 1,2	13,81 ± 0,9	11,3 ± 0,8
Фосфатидилэтаноламины	16,50 ± 0,9	10,83 ± 0,5	7,7 ± 0,5	22,11 ± 0,5	28,2 ± 0,9

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Б. Бурлакова, В кн. «Биоантиоксиданты в лучевом поражении и злокачественном росте». (90—110), 1975.
2. Де Дюв К. В сб. «Структура и функция клетки» 1964.
3. Д. В. Дятловская, Биохимия, 38, 5, (943—948), 1973.
4. Т. Д. Есакова, Б. Н. Тарусев, Тез. докл. симпозиума «Физико-химические механизмы злокачественного роста», 86, 1967.
5. И. И. Иванов, Б. Н. Тарусев, В сб. «Физико-химические механизмы злокачественного роста». (112—118), 1970.
6. Н. Г. Котрикадзе, Г. Д. Габуния, О. С. Джишкариани, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Сообщ. АН СССР, 92, 1, (189—192), 1978.
7. А. Лекинджер. В кн. «Биохимия», 1977.
8. Б. А. Ломсадзе, Т. К. Дарчия, М. А. Царцидзе, Тр. Тбил. госуниверситета, А 8, 153, (205—214), 1974.
9. Г. В. Новикова, Методическое руководство по тонкослойной хроматографии фосфолипидов, 1972.
10. Н. Е. Мау. P. V. Say. J. Biol. Chem., 243, 9, (2289—2295), 1968.
11. R. Morton, C. Cunningham, R. Jester, M. Waite, N. Miller, H. P. Morris. Cancer Res., 36, 3, (3246—3252), 1976.
12. P. L. Sawant, S. Shikho, U. S. Kumta, A. L. Tappel, Biochim. et biophys. acta, 85, (82—92) 1964.
13. J. Bolch, I. Ascoli, M. Dees, J. Heath, F. N. Lie Baron. Biol. Chem., 191, (833—840), 1957.

ო. ჯირჰარანი, თ. ლუსხანაშვილი, ა. ვახტანი, ა. ზემბალია, ბ. ლომსაძე

ფოსფოლიპიდების რაოდენობრივი ცვლილებები ანთროპოგენური სიმსივნის ზრდის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ვირთაგვის სხვადასხვა ქსოვილებისა და მათი ორგანოების (სისხლი, ღვიძლი, სიმსივნე) ფოსფოლიპიდების რაოდენობრივი ცვლილებები ანთროპოგენური სიმსივნის ზრდის დროს (ქიმიური კანცეროგენები, გერმის კარცინომა). ნაჩვენებია, რომ ლიზოფოსფატიდილქოლინების ცვლილება კორელირებს უჯრედებში ქანკითი პროცესების ცვლილებასთან.

QUANTITATIVE CHANGES OF PHOSPHOLIPIDS DURING THE
GROWTH OF TUMOURBEARING TISSUE

Summary

Study has been carried out of the quantitative changes of phospholipids of various tissues and their organelles (blood, liver, tumours) during the growth of tumour (chemical carcinogenesis, Gieren carcinoma). The change of lysophosphatidyleholines is shown to correlate with the change of oxidation processes in the tissues.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОЗАВИСИМОГО ПОВЕДЕНИЯ ВЫСШИХ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Е. КЕНИЯ

Изучение физиологических закономерностей высшей нервной деятельности животных в условиях общения между ними имеет определенное значение для понимания сложных форм их приспособительного поведения.

На сегодняшний день мы располагаем небольшим количеством работ (1—6), касающихся выявления физиологических закономерностей внутригруппового или внутривидового поведения животных. Правда, в зоопсихологической литературе имеются работы, описывающие наблюдения группового поведения животных, однако в своих выводах о результатах исследования авторы придерживаются антропоморфического толкования (7—11).

На данном этапе, исследования ведутся методиками, разработанными ранее, указанными авторами (9), однако модифицированными с учетом биологических и видовых особенностей того или иного животного (голубь, обезьяна). Опыты ставились на парах животных в условиях взаимозависимости. Методика разрабатывалась таким образом, чтобы в эксперименте приспособительное поведение (пищедобывательная реакция воздействия на манипулятор) одного животного находилось бы в зависимости от поведения другого.

На обезьянах низших были применены три приема для изучения у них внутригруппового рефлекса:

Методика № 1 — в вертикальную стенку одной из смежных клеток, отделенных друг от друга решетчатой перегородкой, укрепляли подвижный рычаг.

В эту же клетку помещали обезьяну «Д» (демонстратор), а в смежную — обезьяну «З» (зритель). (Рис. 1). Данная методика позволяла вести наблюдение в условиях, когда «Д» мог длительно осуществлять пищедобывательное воздействие на рычаг без доступа к пище при систематическом подкреплении партнера «З» и периодической смене местами «Д» и «З».

Методика II. По обе стороны клеток закрепляют на одном уровне деревянные рычаги с кормушками на конце. От середины рычага до клетки партнера протягивали шнуры с кольцами. Каждой обезьяне поочередно подавали кольцо от шнура таким образом, что потянув за шнур, одна обезьяна подавала бы кормушку с пищей другой обезьяне, находящейся в смежной клетке. Если обезьяна на определенное время не притягивала поданное кольцо, то кольцо другого рычага подавалось второй обезьяне. Если в методике № 1 каждая обезьяна имела «дело» с рычагом лишь в случае, когда она выполняла роль «Д», и каж-

дая обезьяна получала пищу только в случае, когда она была «З», то методика № 2 позволяла избежать пищедобывательной реакции ДИИИ
3030000000

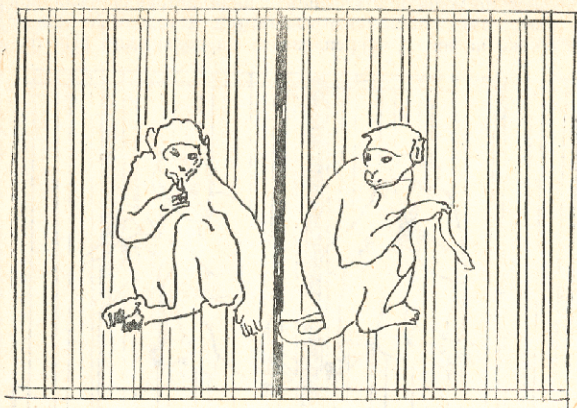


Рис. 1.

одного животного, обеспечивая взаимозависимую одновременную пи-
щедобывательную деятельность между партнёрами без смены мест
животных (рис. 2).

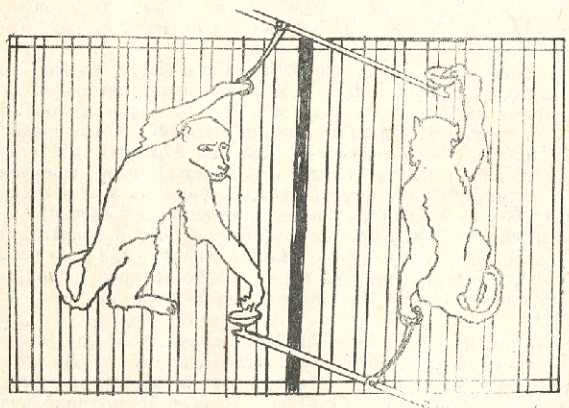


Рис. 2.

Методика 111. В вертикальную стенку одной из смежных клеток
укрепляли вместо одного (методика № 1) два рычага: верхний и ниж-
ний. Воздействие на верхний рычаг «Д», обеспечивало пищей его само-
го. В случае воздействия на нижний рычаг пища подавалось как «Д»,
так и «З». Методика № 3 позволяла вести наблюдение в условиях, ко-
гда каждому партнёру «Д» предлагался выбор между двумя рычагами,
воздействие на которые сопровождалось безусловным подкреплением

особей, находящихся в иерархической зависимости друг от друга (рис. 3).

Подобная, несколько модифицированная методика была применена на голубях. Вместо обычного рычага (см. методику № 1) использовалась бусинка на нитке, закрепленная на подвижном рычаге, смон-

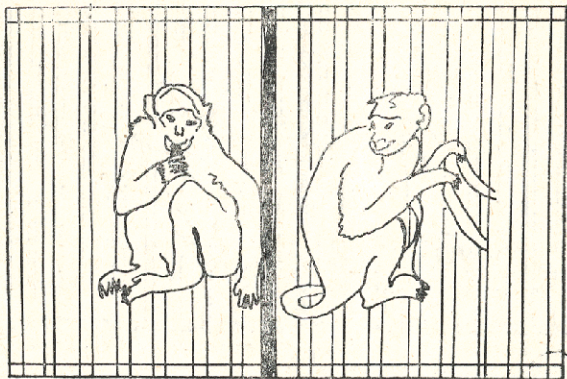


Рис. 3.

тированном в одной из смежных клеток над кормушкой. Такая же кормушка находилась в смежной клетке, плотно прилегая к первой, но отделенная от неё делящей клетку прозрачной перегородкой из плексиглаза (рис. 4).

В каждую кормушку опускаются металлические трубки, замкнутые подвижными пластинками у основания, противоположные отверстия которых направлены к экспериментатору, периодически направляющего (по условию задачи) ту или иную трубку кормом (зерно) для птиц. Системой резинок пластинки связаны с подвижным рычагом. Дергание бусинки сопровождается потягиванием нити, перемещением рычага и натяжением системы резинок, приводящих к открытию основания трубок и эвакуации зерна в одну из кормушек (рис. 4).

Таким образом, как в опытах с обезьянами, так и в опытах на голубях взаимозависимость между партнерами достигалась такими условиями методических приемов, когда получение пищи одной особью пары зависело от пищедобывательного воздействия на рычаг или бусинку другой особи.

Опыты на животных проводились в два этапа. На подготовительном этапе каждое животное (голубь или обезьяна) — «Д» обучалось (известным методом провоцирования) воздействовать на рычаг или бусинку и получать пищу в своей кормушке (15 сочтаний в день 4 опыта для каждого партнера). Партнер «З» данной пары наблюдал в смежной клетке за поведением «Д» до того времени, пока его не переводили на роль «Д».

Когда животные приобретали навык воздействия на манипулятор «ради получения пищи» и воздействие носило периодического характер — животных подвергали испытаниям в условиях критического или основного этапа. Во время основного этапа работы, подкрепление осуществляли таким образом, что воздействие на рычаг «Д» сопровождалось подачей пищи в кормушку смежной клетки и поеданием её «З».

После ряда (15 раз) подобных сочетаний «Д» и «З» менялись местами (исключение составляет методика № 2, где животные не меняются местами), т. е. каждый «Д» 15 раз в течение опыта воздействовал на манипулятор и 15 раз каждый «З» получал при этом пищу. Если же один из партнеров в течение 5 мин. во время опыта не прикасался к

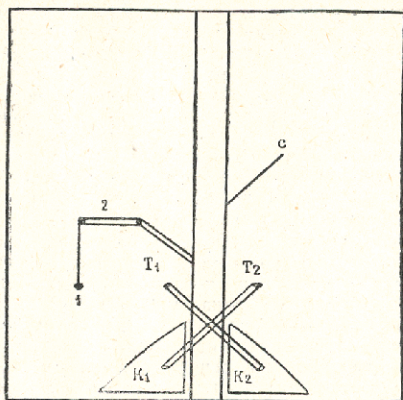


Рис. 4.

манипулятору — опыт прекращали, «Д» переводили в смежную клетку, а на его место помещали «З», становившегося уже «Д» и продолжали опыт. Если же животное все 15 раз воздействовало на манипулятор, то его реакция считалась — 100%. Результаты опытов протоколировались.

Результаты экспериментов. Как указывалось выше, голуби испытывались лишь по методике № 1, а обезьяны по всем трём (№ 1, № 2, № 3). Для сравнения данных, полученных у животных разного уровня филогенеза (голуби, низшие обезьяны), воспользуемся анализом динамики формирования взаимозависимых реакций у обезьян и голубей в условиях первой методики. Сравнивая таблицы № 1 (на обезьянах) и № 2 (на голубях), можно обнаружить, что в начале основного этапа работы время, затрачиваемое животными на осуществление 15 воздействий (100%) на манипулятор в период опыта (средние данные за все опыты), почти не отличалось от временных параметров подготовительного этапа (т. е. условий индивидуального подкрепления). При осуществлении периодического перекрестного подкрепления это время у животных сократилось до определенной величины или осталось стабильным до окончания всего эксперимента (50 опытных дней длился основной этап).

Когда пищедобывательные реакции как у голубей, так и у обезьян (в роли «Д») приняли стабилизированный характер (100% реакция), а у голубей, равно как и у обезьян (в роли «З»), выработались взаимозависимые условные реакции на получение пищи, вслед за одномоментным воздействием «Д» на манипулятор (последнее выражалось в том, что «З» занимал такое положение у второй кормушки, которое наиболее быстро обеспечивало ему получение пищи); стоило «Д» лишь направиться в сторону манипулятора, как «З» вмиг бросался



(обезьяна) или подлетал (голубь) к кормушке и рукой (обезьяна) или клювом (голубь) как бы «помогали» получить пищу или выпасть зерну из трубки, схватывая её на лету.

Однако внимательный анализ двух таблиц показывает, что несмотря на то, что выработка взаимозависимых реакций у обезьян, равно как и у голубей осуществлялась по одним и тем же закономерностям (см. временные параметры подготовительного и основного этапов у голубей и у обезьян), наглядным кажется факт несколько быстрой скорости выработки взаимозависимых реакций у голубей по сравнению с обезьянами. У животных, стоящих на более низком уровне филогенетического развития обнаружилась более высокая скорость выработки взаимозависимых реакций, кроме того у голубей затрачено меньше времени на осуществление 15 воздействий за опыт, нежели у обезьян.

В результате опытов, проведенных на обезьянах по второй методике было обнаружено, что каждая обезьяна научилась притягивать «не свой» рычаг к кормушке на конце ко второй обезьяне, а вторая притягивать «не свой» рычаг к первой.

Наконец, при выработке взаимозависимых реакций в условиях, когда безусловное подкрепление одного партнера («Д») не зависело от поведения другого («З»), а подкрепление второго («З») зависело от поведения первого («Д») (методика № 3); было обнаружено, что подчиненный в паре партнер нередко избегал двигательной реакции (воздействие на манипулятор), связанной с подкреплением доминирующего, если он проявлял реакцию господства в данном групповом опыте. У подчиненного животного угасала положительная реакция (воздействие на рычаг), связанная с безусловным подкреплением его, если наряду с ним это безусловное подкрепление «адресовано» (доступно) доминирующей особи.

Предстояло убедиться и в том, что реакция голубей, равно как и обезьян, действительно носит выработанный условиями эксперимента цепной характер типа партнер — воздействие на манипулятор — пища партнеру, а не является результатом сотрудничества, альтруизма, доброты или какого-либо иного самопожертвования и т. д.

Именно с такой целью были поставлены (как на голубях, так и на обезьянах) контрольные опыты к этим явлениям взаимозависимости в опытах, которые (эти явления) рядом авторов интерпретировались с позиции антропоморфизма (9, 10).

Контрольные опыты включали в себя два условия: I-ое — отсутствие партнера в смежной клетке, но подача пищи в кормушку партнера, и II-ое условие — присутствие партнера в смежной клетке, но без подачи пищи в кормушку партнера.

Контрольные опыты показали (см. табл. № 3 и № 4), что в обоих случаях как голуби, так и обезьяны вели себя одинаково — продолжали воздействовать на манипулятор. Было обнаружено, что каждый голубь «Д» до 200 раз за опытный день, а каждая обезьяна до 300 раз за опытный день продолжали воздействовать на манипулятор, так и не получая пищи, хотя при воздействии на манипулятор видели реакцию «З», пытавшегося добыть пищу из кормушки, «Д» продолжали дергать манипулятор и в том случае, когда их воздействие сопровождалось одновременным попаданием пищи в кормушку зрителя, но в случае его отсутствия там.

Угашение реакции на манипулятор не обнаружилось ни у одного животного «Д», у которого в основном этапе был выработан внутригрупповой рефлекс, если в цепи раздражителей всегда присутствовал то партнер в смежной клетке, то пища. Оказалось, что наличие в отдельности каждого из этих раздражителей (по условию контроля) бы-



ло достаточным для воспроизведения у животных выработанных пищеводобывательных реакций на манипулятор.

Было замечено и то, что лишение животных всех раздражителей одновременно, и партнера и пищи, не вызвало желаемой реакции на манипулятор у демонстратора, а отсутствие «Д» в клетке с манипулятором не вызвало реакции подхода к кормушке у зрителя.

Внимательный анализ таблиц № 3 и № 4 контрольных опытов показывает, что угашение реакции на манипулятор в обоих условиях контроля у обезьян происходит (позднее) медленнее, нежели у голубей, стоящих на более низком уровне филогенетического развития по сравнению с обезьянами. Таким образом, при испытании животных в условиях взаимозависимости было обнаружено, что пищеводобывательная реакция одного животного служит условным сигналом для получения пищи другим животным. Такая модель взаимозависимого поведения животных, вырабатываемая в условиях опыта, может быть аналогом приспособительных взаимозависимых реакций животных, имеющих место в естественной среде обитания.

Отметим, что в каждом случае у зрителя вырабатывается внутригрупповой рефлекс, обладающий известными свойствами образования, формирования, специализации. Внутригрупповой рефлекс прежде, чем выработаться, проходит ряд стадий: стадия генерализации, когда в начале основного этапа, время, затрачиваемое на осуществление нужного числа воздействий не отличалось от временных параметров, полученных в подготовительном этапе, где пищу получал сам демонстратор. Затем сокращение временных параметров воздействий на манипулятор связано с концентрацией возбуждения в районе временной связи функ-

Таблица 1

Сравнительный анализ подготовительного и основного этапов работы в эксперименте у низших обезьян

Клички обезьян	Подготовительный этап		О с н о в н о й (критический этап)			
	Индивидуальное одномоментное подкрепление		Начальный период подкрепления партнера		Дальнейший период подкрепления партнера	
	% воздействий во время опыта	время, затрачиваемое на 15 воздействий	% воздействий во время опыта	время, затрачиваемое на 15 воздействий	% воздействий во время опыта	время, затрачиваемое на 15 воздействий
Аргон	100	10—20	100	10—20	100	2—8
Августина	100	25—40	100	25—40	100	25—40
Эйка	100	6—12	100	6—12	100	6—12
Прима	100	14''—2'	100	7—18	100	9—15
Кроха	100	9—15	100	9—15	100	4—9
Мика	100	15—20	0	—	0	—

Сравнительный анализ подготовительного и основного этапов работы в эксперименте у голубей

Кличка голубей	Подготовительный этап		Основной этап			
	Индивидуальное, одномоментное подкрепление		Начальный период подкрепления партнера		Дальнейший период подкрепления партнера	
	% воздействий во время опыта	время зат-рач. на каж-дые 15 воз-действий	% воздействий во время опыта	время, зат-рач. на кажд. 15 воздействий	% воздействий во время опыта	время, зат-рач. на каж-дые 15 воз-действий
Голубь № 1 (Кочора)	100%	8—5 мин	100%	10—4 мин	100%	5—4 мин
Голубь № 2 (Шавзола)	100%	5—3 мин	100%	5—3 мин	100%	5—3 мин
Голубь № 3 (Лурджа)	100%	3—2 мин	100%	3—2 мин	100%	3—2 мин
Голубь № 4 (Чрела)	100%	4—2 мин	100%	6—3 мин	100%	3—2 мин

Таблица 3

Анализ основного этапа в контрольных испытаниях

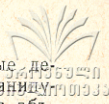
Клички обезьян	Контроль: пустая клетка (отсутствие партнера)		Контроль: отсутствие пищи (пища не подается „зрителю“)	
	% воздействий во время опыта	число проб	% воздействий во время опыта	число проб
Аргон	100	300	100	300
Августина	100	300	100	300
Эйка	100	300	100	300
Прима	100	300	100	300
Кроха	100	300	100	300
Мика	100	300	100	300

Таблица 4

Контрольные опыты

Клички голубей	Контроль № 1 (нет партнера, но падает пища)		Контроль № 2 (есть партнер, но нет пищи)	
	% воздейст. за опыт	число проб	% воздейст. за опыт	число проб
Кочора	100%	200	100%	200
Шавзола	100%	200	100%	200
Лурджа	100%	200	100%	200
Чрела	100%	200	100%	200

ационального комбинационного центра (созданного от вида манипулятора и партнера воздействующего на него) и коркового представительства пищевого центра. Окончательная стабилизация временных параметров 100%-го воздействия на манипулятор в области определенной величины, объясняется автоматизацией пищедобывательного рефлекса и его специализацией.



Как указывалось выше (контрольные испытания), животные-демонстраторы могли продолжительно долго воздействовать на манипулятор без их подкрепления в момент воздействия. Последнее объясняется тем, что систематическая тренировка пищедобывательной реакции воздействия на манипулятор приводит к тому, что отсутствие в цепи раздражителей одного из компонентов не влияет на воспроизведение прочно закрепленных временных связей и осуществление выработанной цепи движений у животных. Поэтому они могли воздействовать на тот или иной манипулятор, ранее связанный с подкреплением даже без подкрепления или в отсутствии в цепи раздражителей одного из компонентов (например, отсутствовали партнер или пища). Это происходит потому, что кинестетические раздражения, синтезированные в определенной последовательности становятся ведущими сигналами ценной двигательной реакции.

Следует отметить, что как у обезьян, так и у голубей удалось обнаружить сходные закономерности при выработке внутригруппового рефлекса, формирующегося у животных в условиях взаимозависимости, по типу условнорефлекторной цепи — партнер — манипулятор — пища.

Как у голубей, так и у обезьян трудно было угасить выработанный условиями опыта внутригрупповой рефлекс в отсутствии одного какого-либо звена цепи раздражителей.

Скорость выработки указанных пищедобывательных реакций у всех животных в примененных условиях эксперимента строго индивидуальна.

Было обнаружено, что скорость образования или угашения пищедобывательного внутригруппового рефлекса у животных, стоящих на более низкой ступени филогенетического развития (голуби) по сравнению с животными с более развитой нервной организацией (обезьяны) оказалась более высокой, что может быть отнесено за счет отвлекающего влияния ориентировочной реакции на всё многообразие раздражителей внешней среды, более развитой у обезьян. (Чем выше животное по филогенетическому уровню развития, тем шире у него диапазон внешних раздражений).

Трудность угашения внутригрупповых рефлексов, как и любых пищедобывательных взаимозависимых реакций у животных, формирующихся в условиях общения, объясняется, по-видимому, тем, что другая особь того же вида, участвующая в групповом опыте, является весьма сильным раздражителем, как биологически значимая.

Проведенные опыты по методике № 1 с применением контрольных опытов дают достаточное количество фактов в пользу того, что взаимозависимые реакции животных (голуби, обезьяны), выработанные в предложенных условиях — носят условнорефлекторный характер типа цепных рефлексов.

Однако для выявления иерархических взаимоотношений в животном мире, которые играют немаловажную роль в формировании внутригрупповых реакций среди животных, существенным дополнением к опытам по изучению взаимозависимых реакций является методика № 3, позволяющая в условиях, когда безусловное подкрепление одной особи не зависит от двигательной реакции другой, а безусловное подкрепление другой зависит от двигательной реакции первой, определить, что адекватные реакции вырабатываются у доминирующих особей и угасают у подчиненных.

Для яркой иллюстрации отсутствия сотрудничества у пар животных (обезьяны), испытанных методикой № 2, удалось показать, что животное-партнер продолжало притягивать пустую кормушку к другому партнеру и все свои усилия направляло к тому, чтобы добиться



пищи, которая была связана с притягиванием «не своего» животного. Последнее являлось условным сигналом получения пищи из своей кормушки, которую притягивала другая обезьяна.

Таким образом, использование всех трех методических приёмов в указанной последовательности № 1, № 2, № 3, имеет определенное значение для выявления разных сторон в формировании закономерностей взаимозависимых реакций высших позвоночных животных.

Результаты исследований на обезьянах и голубях показали, что при изучении взаимозависимых реакций у животных разного уровня филогенеза нет необходимости, интерпретируя полученные данные, прибегать к антропоморфическим умозаключениям, а ограничиться строго физиологическим анализом.

Кафедра физиологии человека и животных

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Г. Воронин, Эволюция высшей нервной деятельности. М., «Наука», 1977.
2. В. М. Кения, Физиологический анализ элементов группового поведения низших обезьян. Автореф. канд. дисс. 1974. М., МГУ.
3. В. Я. Кряжев. Высшая первая деятельность животных в условиях общения. М., Медгиз, 1955.
4. П. В. Симонов, Нейрофизиологический подход к анализу внутривидового поведения. М., «Наука», 1976.
5. А. И. Счастливый, Сложные формы поведения антропоидов. Л., «Наука», 1972.
6. Л. А. Фирсов, Поведение антропоидов в природных условиях. Л., «Наука», 1977.
7. A. D. Colman, K. Liebold, J. J. Boren Psychol Rec. 1969, v. 19, № 3, p. 401.
8. A. e. Varou R. A. Littman Genet, Psychol. Monogr, 1961, v. 64, p. 129.
9. J. J. Boren Experim. Auol. Behav., 1966, № 9, p. 691.
10. W. Orwin Zenith, 1969, v 6. № 2, p. 10.
11. G. E., Rice e. P., J. Gainer. Compar. and Physiol Psychol, 1962, v. 55. p. 123

3. 30503

შპალის ხერხეზიან ცხოველთა ურთიერთდაზოკიდავული
კვების შესასწავლად გამოყენებული მეთოდური ხერხები

რ ე ზ ი უ მ ე

აღწერილია სამი მეთოდური ხერხი, რომელთა საშუალებით შეისწავლებოდა ცხოველთა (მაიმუნნი, მტრედნი) შიდაჯგუფური რეფლექსები ისეთ პირობებში, როდესაც თითოეული ცხოველი (მოცემულ წყვილში) ასრულებდა საკვებმომგებთან მოპოვებით რეაქციას მანიპულატორზე, ხოლო მეორე, რომელიც მოზიარე გალიაში იმყოფებოდა ამ დროს, დებულობდა კვებით შეუღლებას.

გამოყენებული მეთოდური ხერხების საშუალებით დადგენილ იქნა გამომუშავებული შიდაჯგუფური რეფლექსების ჩაქრობის სიძნელე, როგორც მაიმუნებში, ისე მტრედებშიც.

მტრედებში და მაიმუნებში შიდაჯგუფური საკვებმომგებთან რეფლექსების გამოქმუშავების და ჩაქრობის სისწრაფის შედარებისას ყურადღებას იქცევს ამ სისწრაფის დამოკიდებულება ცხოველთა ფილოგენეზურ დონეზე.

TECHNIQUES USED IN THE STUDY OF INTERDEPENDENT
BEHAVIOUR IN HIGHER VERTEBRATES

S u m m a r y

Three techniques are described that were used in the study of intragroup reflexes in animals (monkey, pigeon) in conditions when each animal or bird in the given pair performed a food-retrieving movement in response to the manipulator, while the other subject, placed in an adjoining cage, received food reinforcement.

Use of the proposed techniques has demonstrated the difficulty in extinguishing the acquired intragroup reflexes both in monkeys and pigeons.

A comparison of the intragroup rates of acquisition of food-retrieving reflexes and of their extinction in monkeys and pigeons has revealed the dependence of the rate on the animals phylogenetic level.



**ზოგიერთი ფერმენტის აპტივობის დინამიკა ერთღეროიან-
 მრავალჭაროიან სიმინდში**

ბ. ცხადაიძე, მ. ნაღირაძე, ც. სიხარულიძე

ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე პროცესები განუწყვეტელ ურთიერთობაში იმყოფებიან. ამ ურთიერთობის განხორციელებაში მონაწილე სხვა ნივთიერებებს შორის განსაკუთრებული როლი ფერმენტულ სისტემებს ეკუთვნის. რომლებიც, როგორც ცნობილია, ბიოლოგიურ კატალიზატორებს წარმოადგენენ. ისინი განაპირობებენ ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ყველა პროცესის აქტივობას და მიმართულებას. ამასთან დაკავშირებით ფერმენტების მოქმედების შესწავლა სწორ წარმოდგენას მოგვცემს მცენარის განვითარებაზე და პროდუქტიულობაზე.

აღსანიშნავია, რომ ამ მხრივ განსაკუთრებულ ყურადღებას ჰიბრიდები იმსახურებენ, რამდენადაც მათი ნივთიერებათა ცვლის პროცესები შეუსწავლელია. საინტერესო იყო შესწავლილიყო ახალი ფორმის სიმინდში (ერთღეროიანი-მრავალჭაროიანი ნახევარკბილა თეთრი) (1) ზოგიერთი ფერმენტის აქტივობა და დადგენილიყო მათი მოქმედების თავისებურება მშობელ ფორმებთან (აჯამეთის ნახევარკბილა თეთრი, ევერტა) შედარებით.

კვლევის ობიექტები დათესილი იყო საცდელ ნაკვეთზე სათანადო პირობების დაცვით. მასალის საშუალო სინჯზე შესწავლილია ამილაზების აქტივობა გლაზუნოვის მოდიფიცირებული მეთოდით. პეროქსიდაზისა და პოლიფენოლოქსიდაზის აქტივობა—ბოიარკინის, კატალაზას გაზომებრივი მეთოდებით [2]. ანალიზის შედეგები დამუშავებულია ვარიაციული სტატისტიკით (3).

ზემოაღნიშნულ ობიექტებში, განვითარების ადრე ფაზებში (ღივებში, აღმონაცენებში, ორი და სამი ფოთლის ფაზები) შესწავლილია იგივე ფერმენტები და საყურადღებო მონაცემებია მიღებული [4, 5].

წარმოდგენილ შრომაში მოცემულია შესასწავლი სიმინდების განვითარების სხვადასხვა ფაზაში (10—12 ფოთლის, ყვავილობის, ყვავილობის წინა, რძისებრი, ცვილისებრი, სრული სიმწიფის ფაზები) ფოთოლში და მარცვალში ამილაზებისა (α, β) და ზოგიერთი მყანგველ-აღმდგენელი ფერმენტის აქტივობა.

ექსპერიმენტის შედეგები განხილულია ცხრილებში. პირველ ცხრილში მოცემულია ამილაზების (α, β) აქტივობა საცდელი სიმინდების ფოთლებში და მარცვალში. რიცხობრივი მაჩვენებლები ნათლად მეტყველებენ, რომ 10—12 ფოთლის ფაზაში ამილაზების აქტივობა ჰიბრიდსა და მშობელ ფორმებში განსხვავებულია.

ამილაზა აქტიურია აჯამეთის თეთრის და ყველაზე მცირე ჰიბრიდის ფოთლებში. ყვავილობის წინა ფაზაში აჯამეთის თეთრის ფოთოლში α ამილაზას

ამილახების (ა, ბ) აქტივობა სიმინდში
 (100 მგ აბს. მშრალ მასაში მგ-ით მალტოზა)

ფერმენტის და ფაზა	ამილაზა	10-12 ფილის ფაზა	ყვავილობის წინა ფაზა	ყვავილობის ფაზა	რძისებრი სიმწიფის ფაზა		ცელისებრი სიმწიფის მარცვალი	სრული სიმწიფის მარცვალი
					ფოთოლი	მარცვალი		
აჯამეთის ნახევარტარი	ა	$3,3 \pm 0,25$	$0,7 + 0,01$	$1,7 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,07$	$1,9 \pm 0,20$	$1,2 \pm 0,04$	$0,9 \pm 0,03$
	ბ	$65,3 \pm 3,23$	$161,1 \pm 23,1$	$14,3 \pm 5,40$	$28,5 \pm 2,40$	$76,1 \pm 5,50$	$48,3 \pm 6,50$	$14,4 \pm 1,50$
ვერტა	ა	$2,3 \pm 0,50$	$2,3 \pm 0,22$	$1,2 \pm 0,40$	$0,7 \pm 0,04$	$0,9 \pm 0,11$	$1,9 \pm 0,05$	$0,8 \pm 0,09$
	ბ	$58,8 \pm 2,06$	$312,2 \pm 6,60$	$60,6 \pm 4,90$	$24,8 \pm 2,20$	$28,7 \pm 2,00$	$14,0 \pm 2,00$	$21,2 \pm 2,18$
ექსპერიმენტული მრავალტარიანი ნახევარტარი (ნაწარმი)	ა	$1,8 \pm 0,01$	$1,2 \pm 0,02$	$2,1 \pm 0,10$	$1,7 \pm 0,09$	$1,9 \pm 0,07$	$1,00 \pm 0,02$	$0,9 \pm 0,05$
	ბ	$91,6 \pm 11,8$	$122,8 \pm 3,00$	$37,8 \pm 5,00$	$30,9 \pm 1,02$	$70,3 \pm 10,2$	$12,3 \pm 2,30$	$12,3 \pm 1,00$

აქტივობა დაბალია, ვერტაში კი მაღალი. ახალი ფორმის სიმინდს (ნაწარმს) აღნიშნული ფერმენტის აქტივობით შობლებს შორის საშუალო ადგილი უჭირავს. ყვავილობისა და რძისებრი სიმწიფის ფაზის ფოთლებში ა ამილაზას აქტივობით ნაწარმი პირველ ადგილს იკავებს. ა ამილაზას აქტივობის დინამიკა კანონზომიერ თანმიმდევრობას არ იძლევა.

მარცვალში ა ამილაზას აქტივობის სხვაგვარი სურათია, ფერმენტის აქტივობით ნაწარმის მარცვალი აჯამეთის თეთრის მსგავსია. მარცვლის მომწიფებასთან ერთად ა ამილაზას აქტივობა მეტ-ნაკლებად მცირდება.

მწიფე მარცვალში ა ამილაზა სამივე ობიექტში აღინიშნა, რაც ემთხვევა ადრე მიღებულ შედეგებს [4].

ბ ამილაზას მოქმედება, როგორც ცნობილია, განსხვავდება ა ამილაზას მოქმედებისაგან. იგი ამილაზას ვრცელ ჯაჭვზე მოქმედებით მალტოზას ჩამოშორების გზით მის თანდათან შემოკლებას იწვევს [6].

საცდელ მცენარეებში ბ ამილაზას აქტივობის მაჩვენებლები მოცემულია იმავე ცხრილში (ცხრ. 1). როგორც ჩანს ყველა შესწავლილი ფაზის ფოთლებში ა ამილაზასთან შედარებით ბ ამილაზას აქტივობა მნიშვნელოვნად მაღალია. მისი აქტივობის მაქსიმუმი სამივე საცდელი ობიექტის ფოთლებში ყვავილობის წინა ფაზაშია, მომდევნო ფაზებში მცირდება. ფოთოლში ბ ამილაზას აქტივობით ნაწარმი აჯამეთის თეთრს უფრო უახლოვდება.

მწიფე მარცვალში ბ ამილაზას აქტივობის დაბალი მაჩვენებელი ლიტერატურულ წყაროებშიც არის აღნიშნული [6, 7, 8].

მქანველ-აღმდგენელი ფერმენტებიდან პეროქსიდაზისა (პრ) და პოლიფენოლოქსიდაზის (პფო) აქტივობა შესწავლილია ყვავილობის წინა და ყვავილობის ფაზის ფოთოლში, ცელისებრი და სრული სიმწიფის მარცვალში. შედეგები წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ ფერმენტების აქტივობა განსხვავებულია როგორც განვითარების ფაზების, ისე ჯიშების მიხედვით. პრ-ის აქტივობა ყვავილობის

პეროქსიდაზისა და პოლიფენოლოქსიდაზის აქტივობა სიმინდში
(1. გრ. აბს. მშრალ მასაში, პირობითი ერთ.—რეაქციის სისწრაფის მბზ.)

ფაზა და ორგანო	ყვავილობის წინა ფაზა—ფოთოლი		ყვავილობის ფაზა ფოთოლი		ცვილისებრი სიმწიფე მარცვალი		სრული სიმწიფე მარცვალი	
	პეროქსიდაზა	პოლიფენოლოქსიდაზა	პეროქსიდაზა	პოლიფენოლოქსიდაზა	პეროქსიდაზა	პოლიფენოლოქსიდაზა	პეროქსიდაზა	პოლიფენოლოქსიდაზა
აჯამეთის ნახევარკბილა თეთრი	52,4 ± 0	8,0 ± 0,4	55,4 ± 0,26	9,1 ± 3,0	4,5 ± 0,11	3,0 ± 0	0,84 ± 0,05	0
ვერტა	49,1 ± 3,1	4,5 ± 0,17	60,8 ± 0	10,0 ± 0	კვალი	0,57 ± 0	კვალი	0
ერთლეროიან-მრავალტაროიან ნახევარ-კბილა თეთრი (ნაწარმი)	46,7 ± 2,2	11,1 ± 0,12	72,0 ± 7,9	9,9 ± 0	7,4 ± 1,3	0,9 ± 0,01	კვალი	0

წინა ფაზაში ნაწარმის ფოთოლში ნაწილობრივ უფრო დაბალია მშობლებთან შედარებით. ყვავილობის ფაზაში კი ნაწარმი დგას პირველ ადგილზე. ასევე მაღალია პრ-ის აქტივობა ნაწარმის ცვილისებრი სიმწიფის მარცვალში. სრულ სიმწიფეში ვერტას და ნაწარმის მარცვალში პრ-ის აქტივობა იმდენად მცირეა, რომ მისი რაოდენობრივი აღრიცხვა ვეღარ ხერხდება, აჯამეთის თეთრის იმავე ფაზის მარცვალში კი აღნიშნული ფერმენტი მეტ აქტივობას ავლენს.

პფო აქტივობა პრ-თან შედარებით, როგორც ფოთოლში, ისე მარცვალში გაცილებით დაბალია. სრული სიმწიფის მარცვალში პფო აქტივობა აღარ მუდგანდება. ყვავილობის წინა ფაზაში ფოთოლში პფო-ის აქტივობით ნაწარმი დგას პირველ ადგილზე, ყვავილობის ფაზაში კი სხვაობა ნაწარმსა და მშობლებს შორის მეტად მცირეა. ამავე დროს როგორც პრ-ას, ისე პფო-ას აქტივობის მაქსიმუმი ფოთოლში ყვავილობის ფაზას უკავშირდება.

საინტერესოა აღნიშნული ფერმენტების შესახებ ლიტერატურული მონაცემები. მიღებულია მუხანგველ-ალმდგენელი ფერმენტების აქტივობის მაღალი დონე ბრინჯის მცენარეში ყვავილობის დასაწყისში. ავტორების [9] თანახმად მცენარე მაღალი მეტაბოლიტური პროცესების პერიოდში მეტ ენერჯიას მოითხოვს, რაც ოქსიდაზების მაქსიმალურ აქტივობას იწვევს. ჩვენც მსგავსი შედეგები მივიღეთ სიმინდში.

ანალოგიური მონაცემები გვხვდება სიმინდზე სხვა ავტორთა შრომაში [10].

კატალაზას აქტივობის საილუსტრაციოდ მოტანილი გვაქვს მე-3 ცხრილი, როგორც მუშაობის შედეგებიდან ირკვევა, ერთლეროიან-მრავალტაროიან სიმინდის ფოთოლში, ყველა შესწავლილ ფაზაში კატალაზას მაღალი აქტივობა მუდგანდება მშობელ ფორმებთან შედარებით. მარცვალი ამ მხრივ ნაწილობრივ სხეავარ სურათს იძლევა. აქ ნაწარმს კატალაზას აქტივობით მშობლებს შორის საშუალო ადგილი უჭირავს.

კატალაზას აქტივობა დინამიკაში შემდგენაირია: ფოთლებში ფაზების მიხედვით მცარდება. რძისებრ სიმწიფის ფაზის ფოთოლში წინა ფაზასთან შედა-

კატალაზას აქტივობა სიმინდში

(1 გრ. აბს. მშრალ მასაში, გამოყ. O₂-ის მიხედვით)

ფაზა და ორგანო	ვიცილობის წინა ფაზა ფოთლო	ვიცილობის ფაზა ფოთლო	რძისებრი სიმწიფის ფაზა		ციცლისებრი სიმწიფის ფაზა მარცვლი	სრული სიმ- წიფის ფაზა მარცვლი
			ფოთლო	მარცვლი		
აჯამეთის ნახევარკბილა თეთრი	29,0±0,45	22,2±0,4	2,67±0,14	7,0±0,47	1,57±0,1	0,90±0
ვერტა	24,0±0,73	22,2±0,9	0,50±0,2	5,6±0,4	3,10±0,14	2,46±0,06
ერთლეროიანი-მრავალტაროიანი ნახევარკბილა თეთრი (ნაწარმი)	36,5±0,84	27,2±0,5	5,62±0,2	4,37±0,38	2,57±0,14	1,52±0,06

რებით კატალაზას აქტივობა მკვეთრად ეცემა. ასევე მცირდება მისი აქტივობა მარცვალში მისი მომწიფებისას. საერთოდ კატალაზას აქტივობა ფოთლოში უფრო მაღალია ვიდრე მარცვალში, მაგრამ რძისებრი სიმწიფეში აჯამეთის თეთრის და ვერტას მარცვალში კატალაზას მეტი აქტივობა აღინიშნა ფოთლებთან შედარებით.

ამრიგად, ახალი ფორმის სიმინდი ერთლეროიანი-მრავალტაროიანი ნახევარკბილა თეთრი, ამილაზების (α, β) აქტივობით აჯამეთის ნახევარკბილა თეთრს უახლოვდება. კატალაზას აქტივობით ფოთლოში მშობელ ფორმებს შორის დგას, მარცვალში—პირველ ადგილს იკავებს, პრ-ის და პრო-ის აქტივობით ნაწარმი უმეტესად პირველ ადგილზეა.

მცენარეთა ანატომისა და
 ფიზიოლოგიის კათედრა

ლიტერატურა

1. Г. М. Паналашвили. Кукуруза. I, 1974.
2. Н. П. Ярош, А. М. Ермаков, В. В. Арасимович, В кн.: Методы биохимического исследования растений. Л., 1972.
3. П. Ф. Рокицкий. Основы вариационной статистики для биологов. Минск., 1961.
4. ქ. ცხაკაია, ე. ცხადაია, მ. ნადირაძე. თბილისის უნივერსიტეტის შრ., 178, 1976, (133—137).
5. ქ. ცხაკაია, მ. ნადირაძე, ე. ცხადაია. თბილისის უნივერსიტეტის შრ., 192, 1977 (71—75).
6. В. Л. Кретович. Основы биохимии растений, М., 1971.
7. А. А. Булах, Д. М. Гродзинский. Физиология и биохимия культурных растений. 6,3, 1974, (252—256).
8. В. В. Чурикова, Н. А. Керичева. Передвижение веществ в растений в связи с метаболизмом и биофизическими процессами. Межвуз. Сб., 7, 1976, (42—56).
9. Б. В., Яковлев, Е. П. Алешин. Физиол. раст., 22,6, 1975, (1218—1225).
10. М. Я. Школьник, С. А. Абдурашитов. Физиол. раст., 8, 4, 1961, (425—433).

ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ В ОДНОСТЕБЛЕВО-МНОГОПОЧАТКОВОЙ КУКУРУЗЕ

Резюме

Изучена активность амилаз (а, в) каталазы пероксидазы и полифенолоксидазы в листьях и зернах кукурузы (сорта — Аджаметис тетри, Эверта и их производная—гибридная форма одностеблево-многопочатковая).

Ферменты изучены в разных фазах (10—12 листьев, перед цветением, цветение, молочная, восковая и полная спелости) развития кукурузы.

Исследования показали, что активность изученных ферментов в исследуемых объектах и органах различна. Многопочатковая кукуруза по активности амилазы занимает среднее место между исходными формами, а активностью β амилазы—ближе к Аджаметис тетри. Максимум активности β амилазы обнаружено в листьях перед цветением и в зернах молочной спелости.

По сравнению с исходными формами кукурузы пероксидаза и полифенолоксидаза более активны в листьях и зернах (восковая спелость) гибрида. В зернах полной спелости, в исследуемых объектах полифенолоксидаза не обнаружена, найдены только следы активности пероксидазы.

Листья многопочатковой кукурузы выявляют высокую активность каталазы, а зерна гибрида по тем же показателям занимают среднее место между исходными формами.

E. TSKHADAIA, M. NADIRADZE, TS. SIKHARULIDZE

THE DYNAMICS OF THE ACTIVITY OF SOME ENZYMES IN SINGLE-STEMMED MULTICORNCOB MAIZE

Summary

Study was carried out of the amylases (a, b), catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase in the leaves and grains of maize (var. Ajametis tetri, Everta) and their derivative hybrid—single-stemmed multicorncob form. The enzymes were studied in various phases of maize development (10—12 leaves, before flowering, flowering, milk wax, and full ripeness stages).

The activity of the indicated enzymes was found to differ in the plant varieties and organs studied. By the activity of a amylase multicorncob maize occupies an intermediate position between the initial forms, whereas by the activity of β amylase it is closer to Ajametis tetri. Maximum activity of β amylase was detected in leaves prior to flowering and in grains of milk ripeness. In comparison with the initial forms of maize, peroxidase and polyphenyloxidase are more active in the leaves and grains (wax ripeness) of the hybrid. In fully matured grains of the varieties studied polyphenyloxidase was not found, only traces of peroxidase activity being detected. The leaves of multicorncob maize manifest high catalase activity; in terms of the same indices the hybrid grains occupy an intermediate position between the initial forms.



**ამილახვიის (ა,ბ) აქტივობის დინამიკა მრავალდეროიან-
მრავალტაროიან სიმინდში**

მ. ცხაღანია, მ. ნაღირაძე, ლ. თვაშრი

ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე თითქმის ყველა რეაქცია ფერმენტთა მონაწილეობით ხორციელდება. ორგანიზმის ცხოველმოქმედება დამოკიდებულია ბიოქიმიურ რეაქციათა რთულ ერთობლიობაზე, ისინი არიან ქიმიურ გარდაქმნათა ამგზნებლები და სიცოცხლის აღმძვრელნი. ამიტომ ფერმენტთა მოქმედებისა და მათი აქტივობის შესწავლა მცენარეში სწორ წარმოდგენას მოგვცემს ამა თუ იმ კულტურის ზრდა-განვითარებაზე და პროდუქტიულობაზე. ცნობილია, რომ ფერმენტთა მოქმედება მცენარეში დამოკიდებულია მისი განვითარების ფაზაზე, კვების პირობებზე, მცენარის ასაკზე, სახეობაზე და რიგ სხვა ფაქტორზე.

შევისწავლეთ მრავალდეროიან-მრავალტაროიან სიმინდში (გამოყვანილი გ. პაპალაშვილის მიერ თსუ გენეტიკის კათედრაზე) [1] და მის მწარმოებლებში (აჭამეთის ნახევარკბილა თეთრი, ევერტა) ნივთიერებათა ცვლის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი — ამილახვიის (ა, ბ) აქტივობა მცენარის განვითარების სხვადასხვა ფაზაში, ფოთოლში და მარცვალში.

იმის გამო, რომ საცდელი ობიექტები ჩვენ მიერ შესწავლილია განვითარების ადრე ფაზებში (ღივები, აღმონაცენები, სამი ფოთლის ფაზა) და მიღებულია საყურადღებო მონაცემები [2], საინტერესოდ ჩაეთვალეთ შეგვესწავლა, როგორ წარმართებოდა მომდევნო ფაზებში აღნიშნულ ფერმენტთა აქტივობა, რაც მეტ-ნაკლებად განსაზღვრავდა მრავალდეროიან-მრავალტაროიანი სიმინდის პერსპექტიულობას მშობლებთან შედარებით.

საცდელი სიმინდები დაათესილი იყო თსუ ბიოლოგიის ფაკულტეტის საცდელ ნაკვეთზე სათანადო წესის დაცვით. საანალიზო მასალა აღებულია შემდეგ ვადებში: 10—12 ფოთლის, ყვავილობის წინა, ყვავილობის, რძისებრი, ცვილისებრი და სრული სიმწიფის ფაზებში.

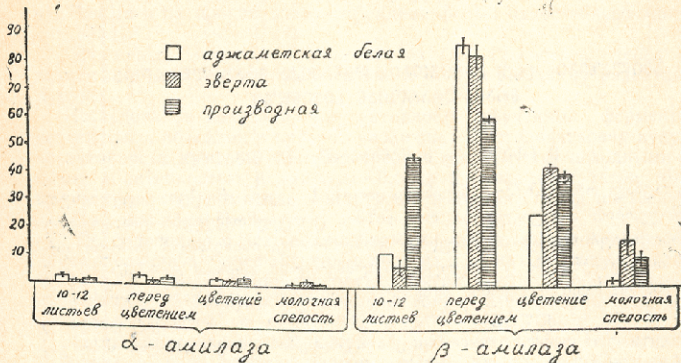
ფოთოლი აღებულია 10 მცენარიდან, აღმოსავლეთ-დასავლეთ ექსპოზიციიდან, მარცვალი — 5 მცენარის ტაროს შუა ნაწილიდან, საშუალო სიჩქში ჩატარებულია ანალიზები.

ამილახვი (ა, ბ) განსაზღვრულია გლაზუნოვის მოდიფიცირებული მეთოდით, რომელიც დამყარებულია ამ ფერმენტების განსხვავებულ თერმოსტაბილობაზე [3]. მიღებული მონაცემები განგარაშებულია სტატისტიკური სიზუსტით [4]. შედეგები წარმოდგენილია დიაგრამებზე.

პირველ დიაგრამაზე მოტანილია a ამილახვის აქტივობა საცდელ ობიექტებში, საიდანაც ჩანს, რომ 10—12 ფოთლის ფაზაში a ამილახვის აქტივობა

ყველაზე მაღალია აჯამეთის თეთრის ფოთოლში. მეორე ადგილზე დგას ნაწარ-
ში. ყვავილობის წინა ფაზაში ფოთლებში α ამილაზას აქტივობა მეტი ნაკლებად
მატულობს. ეს ობიექტების თავისებურებას უნდა მიეწეროს. 10—12 ფოთლის
ფაზასთან შედარებით ყვავილობის წინა ფაზაში α ამილაზას აქტივობის ყველა-

*Активность α -и β -амилазы
в листьях кукурузы*



ნახ. 1.

ზე მეტი ნამატია მრავალღეროიან-მრავალტაროიან სიმინდში. ყვავილობის ფა-
ზაში ფოთლებში α ამილაზას აქტივობა შემცირდა, თუმცა ნაწარში ყველაზე
აქტიურია. ჩანს, მრავალღეროიან-მრავალტაროიან სიმინდში სახანებლის ბიო-
ქიმიური გარდაქმნა უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს.

რძისებრ სიმწიფის ფაზაში საცდელი სიმინდების ფოთოლში α ამილაზას
აქტივობა სრულად განსხვავებულია, ასე მაგალითად, აჯამეთის თეთრის
ფოთოლში α ამილაზას აქტივობა მკვეთრად მცირდება, მცირდება აგრეთვე მისი
აქტივობა მრავალღეროიან-მრავალტაროიან სიმინდში, მაგრამ ევერტას ფოთოლ-
ში თითქმის უცვლელი რჩება. ეს შეიძლება ჯიშობრივ თავისებურებას მიეწეროს.
ამ ფაზაში მრავალტაროიანი სიმინდი ამილაზას აქტივობით აჯამეთის თეთრს
უფრო უახლოვდება, ვიდრე ევერტას. რძისებრი სიმწიფის ფაზის ფოთოლში
 α ამილაზას აქტივობის მკვეთრი დაცემა ამ ევერტასის სინთეზური და ჰიდრო-
ლიზური პროცესების მკვეთრ შემცირებაზე მიუთითებს, რაც მის რეპროდუქ-
ციულ მდგომარეობაზე გადასვლას უნდა უკავშირდებოდეს.

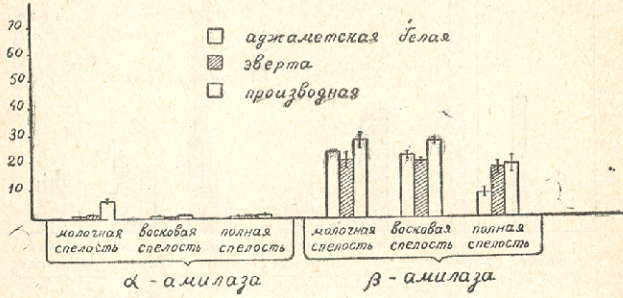
აღინიშნა, რომ საცდელი ობიექტების ფოთლებში შესწავლილია აგრეთვე
 β ამილაზას აქტივობა, მიღებული მონაცემები წარმოდგენილია 1 დიაგრამაზე.
დიაგრამიდან ნათლად ჩანს, რომ β ამილაზას აქტივობა ფოთოლში მცენარის
განვითარების ყველა ფაზაში მნიშვნელოვნად მაღალია ვიდრე α ამილაზას
აქტივობა, რაც სავსებით შეესაბამება ლიტერატურულ მონაცემებს [5]. გან-
საკუთრებით β ამილაზას მაღალი აქტივობა აღინიშნა მრავალღეროიან-მრავალ-
ტაროიან სიმინდის ფოთლებში. ყვავილობის წინა ფაზაში β ამილაზას აქტი-
ვობა ყველა საცდელი ობიექტის ფოთლებში მეტი ნაკლებად მატულობს, მაგრამ



აქაც შეიმჩნევა ჯიშობრივი თავისებურება. მევალითად, β ამილაზას აქტივობის მკვეთრი მატებაა აჯამეთის თეთრის ფოთლებში, მეორე ადგილზეა ჰიბრიდული

ყვავილობისა და რძისებრ სიმწიფის ფაზებში β ამილაზას აქტივობა თანდათან მცირდება. ყველაზე მეტი შემცირება აჯამეთის თეთრის ფოთლებში შელავნდება. როგორც ირკვევა, სიმინდის განვითარების სხვადასხვა ფაზაში ამილაზების (α , β) აქტივობა ფოთოლში განსხვავებულია. ლიტერატურული მასალის მიხედვით სუბსტრატზე მათი მოქმედება განსხვავებულია (7, 8).

Активность α - и β -амилазы в зернах кукурузы



ნახ. 2.

α და β ამილაზები განსხვავებულია აგრეთვე საცდელი ობიექტების მარცვლებში მომწიფებასთან დაკავშირებით. ანალიზების შედეგები წარმოდგენილია მე-2 დიაგრამაზე. ირკვევა, რომ რძისებრ სიმწიფის მარცვალში α ამილაზას აქტივობა იმავე ფაზის ფოთოლთან შედარებით ყველა საცდელ ობიექტში მეტია, ხოლო ყველაზე მაღალი აქტივობა მაინც მრავალღეროიან-მრავალტაროიან სიმინდის მარცვალშია. მომდევნო ფაზებში α ამილაზას აქტივობა მომწიფებასთან დაკავშირებით თანდათან მცირდება და სრულ სიმწიფეში მინიმუმამდე დადის, რაც სავსებით ემთხვევა ლიტერატურულ მონაცემებს [9].

ანალიზების შედეგად გამოირკვა, რომ მრავალღეროიან-მრავალტაროიანი სიმინდის ფოთოლი და მარცვალი α ამილაზას აქტივობით ძირითადად აჯამეთის თეთრს უახლოვდება.

საცდელი სიმინდების რძისებრ სიმწიფის მარცვალში β ამილაზას აქტივობის მაჩვენებლით ირკვევა, რომ იგი ყველაზე მაღალია ნაწარმში (დიაგრამა 2). ცვილსებრ სიმწიფეში ამილაზას შემცირებას არა აქვს ადგილი რძისებრთან შედარებით, სრულ სიმწიფეში კი β ამილაზას აქტივობა ეცემა, რაც შეესაბამება ლიტერატურულ მონაცემებს [10], განსაკუთრებით მკვეთრად მცირდება აჯამეთის თეთრის მარცვალში.

ჯამური ამილაზების ($\alpha + \beta$) აქტივობის მაჩვენებლები წარმოდგენილია მე-3 დიაგრამაზე. აღმოჩნდა, რომ 10-12 ფოთლის ფაზაში ჯამური ამილაზები უფრო აქტიურია ნაწარმის ფოთლებში.

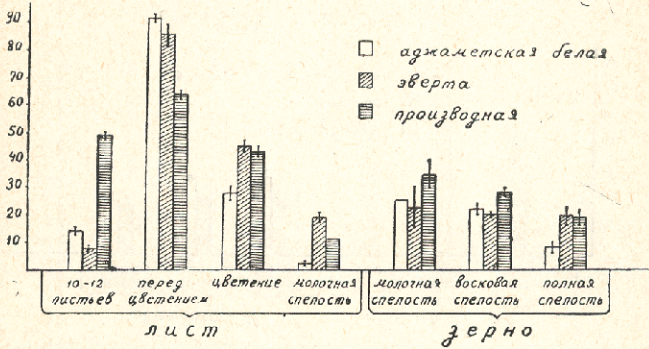
ჯამური ამილაზების შედარებით მეტი აქტივობა ვლინდება ყვავილობის წინა ფაზაში, განსაკუთრებით აჯამეთის თეთრის ფოთოლში. მომდევნო ფაზებ-



ში აღნიშნული ფერმენტის აქტივობა თანდათან მცირდება და ყველაზე დაბალია რძისებრ სიმწიფეში.

რძისებრ სიმწიფის მარცვალში ფოთლებთან შედარებით ჯამური ამილაზებისა ($\alpha + \beta$) აქტივობა გადიდებულია, რაც კარგად ჩანს მე-3 დიაგრამაზე მოტანილი მონაცემებით, მაგრამ აქაც უფრო მაღალი აქტივობით მრავალფეროიან-მრავალტაროიანი სიმინდი გამოირჩევა. ცვილისებრ სიმწიფის ფაზაში

Активность суммарной ($\alpha + \beta$) амилазы в листьях и зернах кукурузы



ნახ. 3.

ჯამური ამილაზების აქტივობა მცირდება, ნხოლოდ მშობლებთან შედარებით ფერმენტების მეტი აქტივობა მაინც ჰიბრიდის მარცვალშია შემჩნეული. მიღებული მონაცემები შეესაბამება ლიტერატურულ მასალას, ფედოროვის, ლუკაშევისა და ლეგინის მიხედვით ჰიბრიდულ სიმინდებში მშობლებთან შედარებით მიღებულია ამილაზების მაღალი აქტივობა [11].

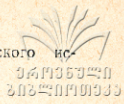
ჩატარებული ანალიზების საფუძველზე შეიძლება აღინიშნოს: α და β ამილაზას აქტივობა საცდელი სიმინდების განვითარების სხვადასხვა ფაზაში განსხვავებულია. ფოთოლში ამილაზების აქტივობა მაქსიმუმს ყვავილობის წინა ფაზაში აღწევს, მარცვალში—რძისებრ სიმწიფეში. მრავალფეროიან-მრავალტაროიანი სიმინდის ფოთოლი და მარცვალი ამილაზების აქტივობით აჯამეთის თეთრს უფრო უახლოვდება. ამასთანავე ჰიბრიდის ფოთლებში ამილაზების აქტივობა მნიშვნელოვნად მაღალია მშობლებთან შედარებით.

რადგან ამილაზების (α , β) აქტივობით განვითარების ყველა ფაზაში და ორგანოში მრავალფეროიან-მრავალტაროიანი სიმინდი მშობლებზე მაღლა დგას, ამ მანქნებლით შეიძლება ის პერსპექტიულად ჩავთვალოთ.

მეცნარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის კათედრა

ლიტერატურა

1. Г. М. Папаяшвили. Кукуруза, II, 1973, (26—27).
 2. თსუ მეცნარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის კათედრის სამეცნ.-კვლ. მუშაობის ანგარიში, 1978.



3. А. И. Ермаков, В. В. Арасимович и др. Методы биохимического исследования растений. Л., 1972.
4. Б. П. Плешков. Практикум по биохимии растений, М., 1968.
5. П. Р. Рокицкий. Основы вариационной статистики для биологов. Минск, 1961.
6. ქ. ე. ცხაკაია, ე. თ. ცხადაია, მ. ა. ნადირაძე. თბილისის უნივერსიტეტის შრომები. 178, 1976, (133—138).
7. В. Л. Кретович. Основы биохимии растений. М., 1971.
8. ჯ. ქოშეიანი. ზოგადი ბიოქიმიის კურსი. თბ., 1971.
9. С. И. Прониц. Биохимия зерна. Сб. 2, М., 1954, (7—43).
10. ქ. ცხაკაია, ე. ცხადაია. თბილისის უნივერსიტეტის შრომები, 123, 1968, (177—184).
11. П. С. Федоров, В. Лукашевич Л. И. Левина, Физиология растений, 20, 5, 1973 (910—916).
12. А. Ленинджер. Биохимия. М., 1976.
13. Б. А. Рубин. Курс физиологии растений, М., 1976.

Е. ЦХАДАЯ, М. НАДИРАДЗЕ, Л. ТВАУРИ

ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ АМИЛАЗ (α-β) В МНОГОСТЕБЛЕВО-МНОГОПОЧАТКОВОЙ КУКУРУЗЕ

Резюме

В листьях и зернах многостеблево-многопочатковой кукурузы (произведенная от сортов: Аджаметис тетри и Эверта) в установленных фазах развития изучен один из основных факторов обмена веществ — активность амилаз (α, β).

Многочисленными опытами доказано, что активность α и β амилаз неодинакова как в различных фазах, так и в изученных органах вышеуказанных сортов кукурузы.

Ферменты (α и β амилазы) в многостеблево-многопочатковой кукурузе более активны, чем в родительских формах. По этим признакам можно считать ее перспективной формой.

Е. TSKHADAIA, M. NADIRADZE, L. TVAURI

THE DYNAMICS OF AMYLASE (α, β) ACTIVITY IN MULTISTEMMED MULTICORNCOB MAIZE

Summary

The activity of amylases (α, β)—one of the main factors of metabolism has been studied in the leaves and grains of multicorncob maize (derivative of the varieties: Ajametis tetri and Everta); the study was conducted in the established phases of development. Repeated tests have demonstrated the differing activity of α and β amylases in various phases as well as in the organs of the indicated maize varieties. Enzymes (α and β amylases) in multistemmed multicorncob maize are more active than they are in parental forms. By these features the latter can be considered a promising form.

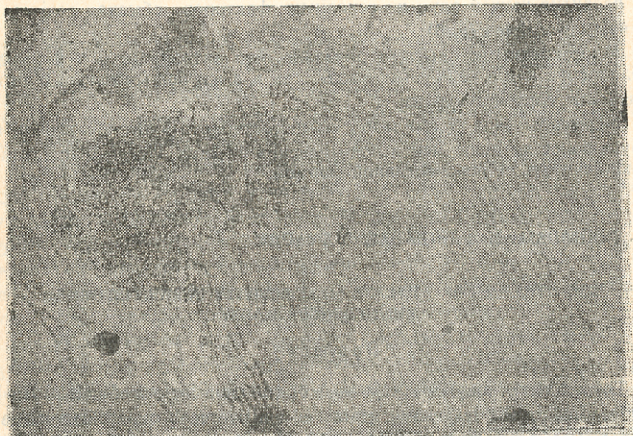


სოიას ლეზნის ქლოროპლასტების ულტრასტრუქტურა

ლ. ბაბუშაძე, დ. ახვლედიანი

ქლოროპლასტების ულტრასტრუქტურის შესწავლას გარკვეული მნიშვნელობა ენიჭება ფოტოსინთეზისა და ფარულთესლიანი მცენარეების სისტემატიკური ნიშნების დადგენის საქმეში. ამერიკელმა მეცნიერებმა [1] C_4 ტიპის მცენარე *Sylda monoica*-ს სხვადასხვა ქსოვილებში აღმოაჩინეს სამი ტიპის სტრუქტურულად და ფუნქციურად განსხვავებული ქლოროპლასტები. გ. ი. ჟუკოვის და ა. ვ. დრაგუნოვას [2] მიერ ნეკერჩხლის სხვადასხვა სახეობის ქლოროპლასტების ულტრასტრუქტურაში დადგენილ იქნა სხვადასხვა სახეობის ჭიშობრივი ნიშნები. ლეზნებში ტიპური ქლოროპლასტების გვერდით შემჩნეული იყო ატიბიური ფორმის ქლოროპლასტებს (სტრომის ტილაკოიდების გარეშე) არსებობა.

ჩვენ შევისწავლეთ სოია მოწინავე 7-ის ლეზნის ქლოროპლასტების ულტრასტრუქტურა. ფიქსატორად ვიყენებდით 2%-ან OSO_4 -ს აცეტატვერონალის ბუფერზე PH-7,6. ფიქსატორში მასალას ვტოვებდით 2 სთ-ის განმავლობაში.

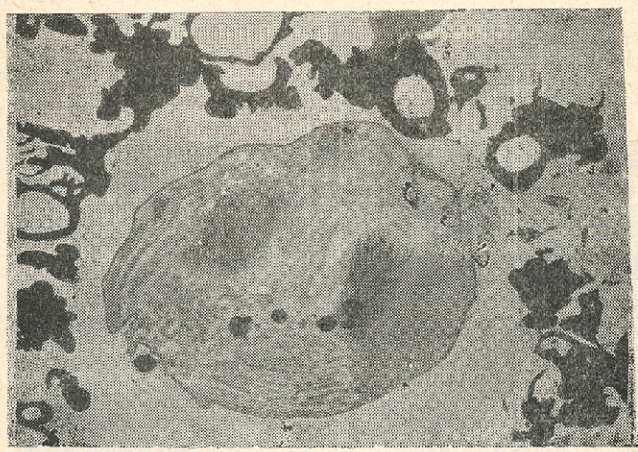


სურ. 1. სოია მოწინავე 7-ის ლეზნის ქლოროპლასტი.

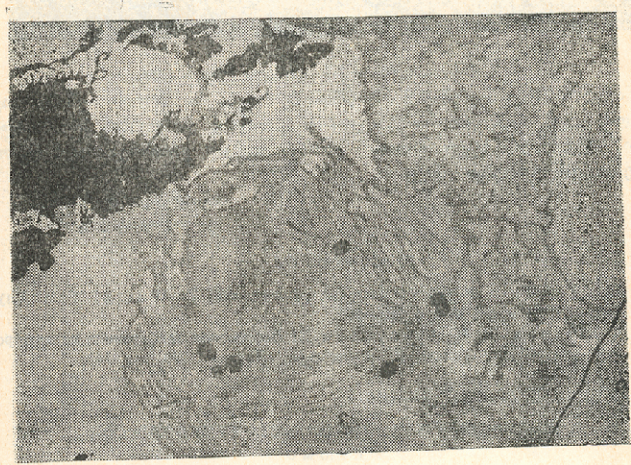
გაუწყლოებას და არალდიტში ჩაყალიბებას ვახდენდით სტანდარტული მეთოდით, ანათლებს ვანზადებდით ულტრამიკროტომ LKB-480 A-ზე. მასალას ვსინჯავდით ელექტრონულ მიკროსკოპზე YEMB-100 K-ზე.

როგორც მიკროფოტოგრაფიებზე (იხ. სურ. 1, 2, 3) ჩანს, სოია მოწინავე

7-ის ლეზნის ქლოროპლასტებს წაგრძელებული ფორმა აქვთ. გრანულარული სტრუქტურა ძლიერად აქვს განვითარებული. გრანები კომპაქტურადაა გეგბული და თანაბრად ავსებს სტრომას.



სურ. 2. სოია მოწინავე 7-ის ლეზნის ქლოროპლასტი.



სურ. 3. სოია მოწინავე 7-ის ლეზნის ქლოროპლასტი.

სოია მოწინავე 7-ის ფოთლის ქლოროპლასტისაგან განსხვავებით (იხ. სურ. 4) ლეზნის ქლოროპლასტების გრანები ერთმანეთთან არ არის დაკავში-



რებული სტრომის მემბრანებით და თვითეული გრანი დამოუკიდებელი ერთეულია და წარმოვადგება. გრანაში ტილაკოიდების რაოდენობა საშუალოდ 20-30-ს შეადგენს. ვანითარების პირველ ფაზებში ლებნის ქლოროპლასტები გრანის განვითარების ხარისხით მალა დგას ფოთლის ქლოროპლასტებთან შედარებით.

ქლოროპლასტებში სახამებლის მარცვლების არსებობა მეტყველებს მათ ფუნქციურ აქტივობაზე.

მიღებული შედეგებიდან საფიქრებელია, რომ სოიას ფოთლის ქლოროპლასტებშიც გრანების ჩამოყალიბება ხდება დამოუკიდებლად და შემდეგ



სურ. 4. სოია მოწინავე 7-ის ფოთლის ქლოროპლასტი.

გრანათა შორის ლამელების წარმოქმნით მყარდება მათ შორის კავშირი. სავარაუდოა ისიც, რომ სოია მოწინავე 7-ის ფოთლისა და ლებნის ქლოროპლასტების ულტრასტრუქტურა მათთვის დამახასიათებელ, ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელ განვითარებას განიცდის.

შენაერთა ანატომისა და ფიზიოლოგიის კათედრა

ლიტერატურა

1. A. Shomer-Elad, B. Neumann-Garnmore and Y. Waisel. Plant Physiology. 1979, v. 64, № 6 p. 363—965.
2. Т. Я. Жукова, Е. В. Драгунова, XI Всесоюзная конференция по электронной микроскопии, Таллин, 16—18 октября. «Наука», 1979, стр. 140.

Л. КАКУШАДЗЕ, Д. АХВЛЕДИანი

УЛЬТРАСТРУКТУРА ХЛОРОПЛАСТА СЕМЯДОЛИ СОИ

Резюме

Была изучена ультраструктура хлоропласта семядоли сои и «Мощинаве 7». В результате исследований установлено, что в отличие от хлоропласта листьев, в хлоропластах семядоли грани не связаны друг с другом мембранами стромы.

THE ULTRASTRUCTURE OF THE COTYLEDON CHLOROPLASTS OF SOY-BEAN

Summary

A study of the chloroplast ultrastructure of "Motsinave-7" soy-bean has shown that, unlike the leaf chloroplasts, the grains in the cotyledon chloroplasts are not interconnected by means of the stroma membranes.

ინფერტაზისა და კატალაზის აქტივობა მთა-მდელოს
 ნიადაგში

მ. კოსტავა

ნიადაგის ფერმენტები დიდ როლს ასრულებენ აზოტიანი შენაერთების მი-
 ნერალიზაციისა და ორგანული ნაერთების გარდაქმნაში ნიადაგში. ე. ფ. კუბრე-
 ვიჩისა და ტ. ა. შჩერბაკოვას (3) აზრით ფერმენტების პროდუცენტებად ნია-
 დაგში ითვლება ყველა ცოცხალი ორგანიზმი. ნიადაგის ფერმენტების რაოდენობა და აქტივობა დამოკიდებულია ნიადაგის ორგანული ნაწილის თვისობრივ შედგენილობაზე. ზემოთ ხსენებული ავტორები თვლიან, რომ ნიადაგის ფერმენტების მთავარ წყაროს წარმოადგენს მიკროორგანიზმების და უმაღლეს მცენარეთა ფესვების მკვდარი უჯრედები.

მთელი რიგი ავტორები: Hofmann, Seegerer, Drobnik, ვალსტიანი ა. შ., ღარასელია ნ. ა. (1, 2, 4, 5) და მრავალი სხვა გამოთქამენ მოსაზრებას, რომ ნიადაგის ფერმენტების აქტივობა შეიძლება გამოვყენოთ ნიადაგის თვისებების ინდიკატორულ მიჩვენებლად.

მთა-მდელოს ნიადაგებს უჭირავთ დიდი ტერიტორია კავკასიონის ნიჟელ-
 მთიან მხარეში, ალპურ და სუბალპურ ზონაში. მთა-მდელოა ნიადაგს დიდი სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს, რადგან ის წარმოადგენს ბუნებრივ საკვებ ბაზას მესაქონლეობისათვის.

ჩვენ კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მთა-მდელოს ნიადაგების ბიოლო-
 გიური აქტივობის შესწავლა, რისთვისაც ნიადაგში მიმდინარე მიკრობიოლოგი-
 ური პროცესების პარალელურად მიმდინარეობდა ნიადაგში ფერმენტ კატალა-
 ზისა და ინფერტაზის აქტიურობის განსაზღვრა (1980—1981 წწ.) ა. შ. ვალსტიანი (1) მეთოდით.

ფერმენტების აქტიურობის განსაზღვრა წარმოებდა ნიადაგის ნიმუშებში, რომლებსაც ეღებდით ჯერის უფელტეზილის რაიონში განეთარებულ მთა-
 მდელოს ნიადაგიდან გენეზისური პორიზონტების მიხედვით, დინამიკაში სამ-
 ჯერ წლის განმავლობაში. ცდის შედეგები მოცემულია № 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

ინფერტაზის აქტივობა მთა-მდელოს ნიადაგში

ნიმუშის აღების სიღრმე სმ	მა გულტობა 1 გ ნიადაგში					
	1980 წ			1981 წ		
	VI	IX	XI	VI	IX	XI
0—10	49,0	50,0	33,0	43,0	59,0	36,0
12—22	43,0	43,0	34,0	41,0	45,0	33,6
30—40	18,5	17,0	6,5	17,0	18,0	17,0
52—70	2,1	2,5	3,5	1,7	3,2	4,7
80—95	0,2	3,5	4,0	1,0	2,6	1,4



როგორც № 1 ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, მთა-მდელოს ნიადაგები ხასიათდება ჰიდროლიზური ფერმენტის — ინვერტაზის მაღალი აქტივობით, განსაკუთრებით ზედა ჰუმუსოვან ჰორიზონტში.

ინვერტაზის აქტივობა ზედა ფენაში 38—59 მგ გლუკოზას აღწევს 1 გ ნიადაგში და მკვეთრად ეცემა ქვედა ჰორიზონტებში. ფერმენტ ინვერტაზის აქტივობის დინამიკაში შეაწავლამ გამოავლინა აქტივობის ზრდა ადრე შემოდგომაზე, როდესაც იქმნება ნიადაგში ოპტიმალური ჰიდროთერმული რეჟიმი.

რაც შეეხება ჟანგვალდგენით პროცესებში მონაწილე ფერმენტ-კატალაზას, № 2 ცხრილიდან ჩანს, რომ მისი აქტივობა მთა-მდელოს ნიადაგებში და-

ცხრილი 2

კატალაზის აქტივობა მთა-მდელოს ნიადაგში

ნიადაგის სიღრმე სმ	1 გ ნიადაგიდან 1 წთ განმავლობაში გამოყოფილი ჟანგბადის რაოდენობა სმ ³					
	1980 წ			1981 წ		
	VI	IX	XI	VI	IX	XI
0—10	4,8	6,5	5,3	5,7	5,9	5,6
12—22	0,7	1,0	0,9	2,0	1,1	0,8
30—40	0,3	0,1	0	0,3	0,2	0,2
52—70	0,2	0	0	0,3	0	0
80—95	0,3	0	0,1	0	0	0
115—125	3,0	0,1	0,1	0	0,1	0

ბალია. იგი აღწევს მახოლოდ 4,8—6,5 სმ³ — ჟანგბადი 1 გ ნიადაგზე 1 წუთის განმავლობაში. სიღრმით მისი აქტივობა ეცემა და მინიმუმამდე მცირდება, რაც აიხსნება ნიადაგწარმოქმნის პროცესების თავიანთობით ამ ზონაში. დაბალი ტემპერატურა, მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი აფერხებენ მცენარეული ნარჩენების მინერალიზაციას, რის გამოც ხდება ნახევრად დაშლილი ორგანული მასის დაგროვება.

ამრიგად, მთა-მდელოს ნიადაგები ხასიათდებიან ჰიდროლიზური ფერმენტების მაღალი აქტივობით, ხოლო ჟანგვალდგენით პროცესებში მონაწილე ფერმენტ კატალაზის აქტივობა შედარებით დაბალია.

მიკრობიოლოგიისა და
ვიტსილოგიის კათედრა

ლიტერატურა

1. А. Ш. Галстян — Ферментативная активность почв Армении, Ереван, 1974.
2. И. А. Дараселия — Биологическая активность основных почв Западной Грузии, Тб., 1979.
3. В. Ф. Купревич, Т. А. Шербакова — Почвенная энзимология, Минск, 1966.
4. I. Drobnie—O perspektivach enzymatickych metod pri studiu pudne biologickych pochodu sbor Ceskosl. Acad. Zemed. Rostl. Vyroba, № 56, 1956, 45.
5. E. Hofmann, A. Seegerer—Biochem. Z., № 25. 1951, 61.

АКТИВНОСТЬ ИНВЕРТАЗЫ И КАТАЛАЗЫ В ГОРНО-ЛУГОВОЙ ПОЧВЕ

Резюме

Изучена активность инвертазы и каталазы в горно-луговой почве, развитой в районе Крестового перевала (Кавказ).

Проводимые исследования активности ферментов в различных генетических горизонтах горно-луговой почвы выявили высокую активность гидролитического фермента — инвертазы, при относительно низкой активности каталазы, что объясняется своеобразием почвообразовательных процессов в этой зоне и указывает на торможение окислительно-восстановительных реакций в горно-луговых почвах.

M. KOSTAVA

THE ACTIVITY OF INVERTASE AND CATALASE IN MOUNTAIN-MEADOW SOIL

Summary

The activity of invertase and catalase in the mountain-meadow soil developed in the area of the Pass of the Cross (Caucasus) has been studied. Investigations of the activity of enzymes in different genetic horizons of the mountain-meadow soil have shown a high activity of invertase, a hydrolytic enzyme while the activity of catalase is relatively lower; this is explained by the peculiarity of soil-forming processes in this zone, pointing to the inhibition of oxidation-reduction reactions in mountain-meadow soils.



პალდოს (საგარეჯოს რაიონი) ხელოვნური წყალსატენის სანაპირო მდინარეულობის მიმოხილვა

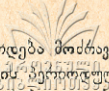
ა. მარტოპაიშვილი

ხელოვნურ წყალსატენებს, განსხვავებით ბუნებრივისაგან, ახასიათებს ზოგიერთი თავისებურება, რომელთა შორის აღსანიშნავია წყლის დონეების ძლიერი მერყეობა, რაც აინელებს ამ ტიპის წყალსატენების მოვლა პატრონობას და რაციონალური გამოყენების შესაძლებლობას. ამჟამად დროს წყალსატენი წარმოადგენს საუკეთესო მეცნიერული კვლევის ობიექტს, რადგან ბუნებაში არსად არ ხდება ბიოცენოზების ისეთი სწრაფი წარმოქმნა და განლაგება, როგორც ხელოვნურ წყალსატენებში [1]. ამ მიმართულებით ჩატარებული გამოკვლევა უაღრესად მნიშვნელოვანია, თუ გავითვალისწინებთ იმ ცვლილებებს, რომლებიც ასეთი წყალსატენების წარმოქმნის შემდგომ პერიოდთან არის დაკავშირებული.

პალდოს წყალსატენი მდებარეობს საგარეჯოს რაიონში, ზღვის დონიდან 862 მ. იგი აშენდა 1952 წელს და იკვებება მდ. იორით, ფართობი მ ჰექტარს შეადგენს. ფსკერის დიდი ნაწილი ხასიათდება სწორი ზედაპირით. წყალტვევადობა, წყალსატენის შექმნის ადრეულ პერიოდთან შედარებით, ამჟამად მნიშვნელოვნად შემცირებულია.

ცნობილია, რომ მდინარეები ეროზიის შედეგად მალე ავსებენ საგუბრების კალაპოტს ქვიშით, ხრეშით, ქვიშითა და ლამით. მდინარეთა ასეთი გამონატანებით, რომელიც ზოგჯერ მილიონი კუბომეტრებით განისაზღვრება, წყალსატენი თავისი მოცულობის მნიშვნელოვან პროცენტს კარგავს და საბოლოოდ მწყობრიდან გამოდის. მსგავს მოვლენას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს სულ მოკლე დროში (10—15 წლის განმავლობაშიც კი). ასეთი მაგალითები ბევრია როგორც მსოფლიოში (ამერიკის შეერთებულ შტატებში, საბერძნეთში, პეკინის მახლობლად და სხვა), ისე ჩვენშიც. მაგ., სევანის ტბამ კატასტროფულად იკლო და საჭირო გახდა სხვა მდინარიდან წყლის გადმოქაჩვა; დროთა განმავლობაში მდინარეების ეროზიის შედეგად დაილაშა ზაქესის წყალსატენი, ლაჩანური და ასეთივე მდგომარეობაშია პალდოს წყალსატენიც. სადაც ინტენსიური დალაშის შედეგად, სულ მოკლე დროში შემცირდა წყლის მარაგი ისე, რომ თუ დასაწყისში საგუბარს 9 მ სიღრმე ჰქონდა, ეხლა იგი 6 მეტრსაც ვერ აღწევს.

პალდოს წყალსატენის დალაშა მისი ზემო ნაწილიდან იწყება, ვრცელდება სამხ-დასავლეთით და თანდათან ძლიერდება წყალსატენის შესართავთან. შემოხიდილი ლამისაგან წარმოქმნილი შემადღებებით მდინარე დაწაფვრებულია. აღუკონის დაღეჭვის შედეგად შექმნილი მიკრორელიეფური დიფერენციაციის მხრივ გამოირჩევა: უშუალო კალაპოტისპირა ნაწილი, რომელიც მთელი სავეგეტაციო



პერიოდის განმავლობაში სიღნაღი დანალექებით იცვება. იგი ხასიათდება მოძრავი სუბსტრატით; ზომიერი დალამვის ზონა, რომელიც წყალდიდობის პერიოდულ გავლენას განიცდის და შემდეგ მდინარის განშტოებებს შორის მოთავსებული დაბლობის ცენტრალური ნაწილი—სიღნაღ-თიხნარი დანალექებისაგან შექმნილი.

საგუბარიდან გაყვანილია 40 კმ-ის მობეტონებული არხი, რომელიც მიიმართება თბილისის „ზღვისაქენ“.

აღნიშნული საგუბარი, ისევე როგორც სხვა ხელოვნური წყალსატევები, პირველ რიგში გამოყენებულია სარწყავად, გარდა იმისა მის ბაზაზე შექმნილი სამი ჰიდროელსადგური: საცხენჭესი, მარტყოფჭესი და თეთრხევჭესი.

ჰიდროლოგიური რეჟიმის მიმდინარეობა პალდოს წყალსაცავში წლის სეზონთან დაკავშირებით ასეთია: გაზაფხულზე (მარტ-აპრილის თვეებში) წყლის დონე მატულობს; შესაბამისად დალამვაც იღივრია, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს წყლის საერთო მარაგზე, წყლის ნაკლები რაოდენობა აღინიშნება ივლის-აგვისტოში; ყველაზე მცირე—ზამთრის თვეებში (დეკემბერ-იანვარი) (2). ლამის დალექვის საწინააღმდეგოდ მიმართავენ ხელოვნურ გაწმენდას—სპეციალური ტუმბოებით; ასეთ ღონისძიებას ატარებენ წლის განმავლობაში ორჯერ, იმისდა მიხედვით, თუ რა რაოდენობით ხდება ლამის დაგროვება.

მცენარეულობის ტიპები და მათი გავრცელება ასეა სურათს იძლევა; ფიტობლანქტონში სჭარბობს მწვანე წყალმცენარეები, მათ შორის აღსანიშნავია: *Chara*, *Spyrogyra*, *ulotrix zonata*; ლურჯ-მწვანეებიდან—*Formidium tenue*; განსხვავებულ შოლტიანებიდან—*Tribonema viride*; საშუალო რაოდენობით მოიპოვება კუვანებიც.

სანაპირო ზოლში ძირითადი ტიპებიდან აღსანიშნავია ჭალის ტყის მცენარეულობა, ბალახოვანი ჭაობი და ჰივრო-მეზოფილური მდელოები.

წყალსაცავის ტბების ცენტრალური ნაწილი მომწყვდევლია მდ. ივრის მთავარი არტერიის განშტოებებს შორის და ხასიათდება შემადლებული მიკრორელიეფით. აქ, ყველგან მდინარის კალაპოტისპირა ადგილები შეიტანიითა დასახლებული, ხოლო სანაპირო ტერასები—ჭალის ტყის მცენარეულობით. ნიადაგი ლამიანია; გრუნტის წყლები ნიადაგში საკმაოდ ზემოთ არის განლაგებული. სანაპიროზე წარმოდგენილია ჭალის ტყის სხვადასხვა ეკოლოგიური რიგის ვარიანტები. მათ შორის ძირითადია მურყანის (*Alnus barbata*-) მიერ შექმნილი ვარიანტი, აღნიშნული ტიპის სხვა ფორმაციებს შეადგენენ ტირიფები, როგორცაა; *Salix alba*, *S. australior*; ვერხვები: თეთრი ხვალა—*Populus alba*, ხვალა—*P. canescens*, ოფი—*P. nigra*. ბუჩქებიდან—მთის იაღლუნი—*Miricaria alopecuroides*; ქაცვი—*Hyppophae rhamnoides*; ჩიტავაშლა—*Pyracantha coccinea*; კუნელი—*Crataegus Kyrstostyla* (3)

აღნიშნულ ფორმაციათა ცვალებადობა განისაზღვრება ალუვიური პროცესების დინამიურობით; ახალგაზრდა ალუვიურ დანალექებზე, მერქნიან მცენარეებიდან პირველად სახლდება ტირიფები, რომლებიც მთლიან ზოლს ქმნის. ბალახოვან საფარში ყველაზე დამახასიათებელია შეიტა—*Equisetum arvense* და ქსრა—*Calamagrostis glauca*. აქვე მონაწილეობენ ნახევრად ჭაობის ელემენტები: *Lytihrum Salicaria*, *Mentha longifolia*, *Brunella vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Agrimonia eupatoria*, *Eupatorium cannabinum*.

მდინარის კალაპოტებიდან საკმაოდ დაშორებით, სადაც სილიან-ალუვიურს ემატება თიხიანი დანალექებიც, ტირიფიანის დაჯგუფებას სცვლის ვერხვიანები.

ასოციაციათა ჯგუფები:



tripartita, Ynula helenium, Pulicaria uliginosa; ადგილი აქვს მცირეოდენ დაშლასაც, სადაც საკმარისი გავრცელებით აღინიშნება: Puccinella gigantea, Agropyrum repens, Bromus japonicus, Juncus compressus.

წყალსაცავის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში კაშხალიან ახლოს მთლიან შალდამს ჰქმნის გოქში—Dipsacus laciniatus.

აღნიშნული წყალსაცავის სანაპიროზე მცენარეულობის დასახლება მიმდინარეობს წყალსაცავის წყლით გავსების პარალელურად. მცენარეთა გავრცელებისათვის საჭირო გასამრავლებელი ორგანოებით მომარაგება ძირითადად ხდება წყალშემკრეფი აუზის—მდ. იორის ხარჯზე და ადგილობრივი ფლორის წარმომადგენლებით. შალდამს წყალსაცავის ტაფობის მცენარეულობის კომპლექსში ჰიგრომეზოფილური მდელოები შედარებით ახალგაზრდაა, რომელიც ბალახოვანი ჭაობის—ლაქაშინის და ლელიანის განვითარების მომდევნო საფეხურს წარმოადგენს. რაც შეეხება ჭალის ტყეს, აქ იგი პირველადია და ხასიათდება თითქმის იმავე ფორმაციული შემადგენლობით, როგორც ეს მდ. იორისა და მტკერის სანაპიროებისათვისაა დამახასიათებელი.

განხილული მცენარეული დაჯგუფებიდან წყალსაცავში წყლის საერთო მარაგის შენარჩუნებაზე უარყოფით გავლენას ახდენს ჭაობის მცენარეულობა, რომელიც აღნიშნული საგუბარის სანაპიროზე მეტად სწრაფად ვრცელდება. ამ მდგომარეობის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ლამის მოშორებასთან ერთად მოხდეს მდელოს მცენარეულობის გაფართოება და შეესება იმ სახეობებით, რომლებიც ადვილად ეგუებიან მოძრავ სუბსტრატს და კარგადაც იტანენ გრუნტის წყლის მერყეობას. ასეთებია: Glyceria fluitans, Agrostis alba, Ranunculus repens, Brunella vulgaris და სხვა.

ბოტანიკის კათედრა

ლი ბ ი რ ა ტ შ რ ა

1. Н. Н. Воронихин. Растительный мир континентальных водоемов. М.-Л., 1953, стр. 157—159.
2. ა. ე რ ჭ ი შ ა ი შ ვ ი ლ ი. მცხეთის ჭაობის მცენარეულობა, თსუ შრომები, 1960. ტ 82, გვ. 53—54.
3. ნ. კ ე ც ხ თ ვ ე ლ ი. საქართველოს მცენარეული საფარი, თბილისი, 1952, გვ. 75—79.
4. С. К. Черепанов. Свод дополнений и изменений к „Флоре СССР“, тт I—XXX, 1973, стр. 539—540.
5. Т. Г. Леонова. Новости систематики высших растений. Л., 1976, стр. 8—15.

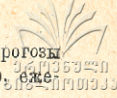
А. ЕРКОМАЙШВИЛИ

ПРИБРЕЖНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОДОХРАНИЛИЩА „ПАЛДО“
(РАЙОН САГАРЕДЖО)

Резюме

Прибрежная растительность водохранилища „Палдо“ представлена пойменными лесами, травянистыми болотами и гигромезофильными лугами.

Пойменные леса характеризуются: ольшанниками, (Alnion barbatal), ивняковыми (Saliceta), белолытками (Populus alba, P. canescens), и осокорьями. (Populus nigra).



В травянистых болотах довольно широкую полосу образуют: рогозы (*Typha angustifolia*, *T. latifolia*), тростник (*Phragmites communis*), ежеголовник (*Sparganium polyedrum*).

В ассоциации гигромезофильных лугов участвуют эдификаторы, такие как: *Agrostis alba*, *Glyceria fluitans*, *Puccinellia gigantea*, *Dipsacus laciniatus*.

Вышеуказанные типы растительности, а именно пойменные леса существовали еще до создания водохранилища, а травянистые болота и гигромезофильные луга возникли параллельно с седиментационными процессами.

A. ERKOMAISHVILI

COASTAL VEGETATION OF THE "PALDO" RESERVOIR
(SAGAREJO DISTRICTS)

Summary

The "Paldo" coastal vegetation is represented by floodplain forests, marshes and hygromesophyllic meadows.

Alder stands (*Alnus barbata*), osieries (*Salix alba*, *S. Australior*), white poplars (*Populus alba*), and black poplars (*P. nigra*) are typical plants of floodplain forests.

In marshes a rather large area is occupied by such populations as cattail (*Typha angustifolia*, *T. latifolia*), reed (*Phragmites communis*), and burreed (*Sparganium polyedrum*).

In an association of hygromesophyllic meadows the following edifiers are involved: *Agrostis alba*, *Glyceria fluitans*, *Puccinellia gigantea* and *Dipsarus laciniatus*.

The floodplain forest vegetation had a staged development before the Paldo reservoir was created, whereas marshes and hygromesophyllic meadows originated much later along with sedimentation processes.

О МОЛЕКУЛЯРНОМ МЕХАНИЗМЕ КООПЕРАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН

Э. Ш. ТЕПЛИЦКИЙ, Р. В. ХОМЕРИКИ, Р. А. ГАХОКИДЗЕ

Одной из особенностей изменения функционального состояния мембраны при ее возбуждении является то, что локальное возмущение одной ее части охватывает почти сразу всю мембрану и связанные с ней структуры клетки. В ряде работ (см. например, /1, 2/) было отмечено, что этот процесс может быть рассмотрен как кооперативный, аналогичный фазовым переходам в конденсированных средах. Для того, чтобы такую аналогию сделать более полной и наглядной, в этих работах предлагалась схематическая модель мембраны (весьма далекая от действительности), имитирующая двумерную модель Изинга (например, модель Шанже). Аналогия с упорядоченной структурой в модели Изинга и ферромагнетике рассматривалась и в (1). В книге Гландорфа и Пригожина (3) на основе термодинамического анализа некоторой модели транспорта ионов также был обнаружен фазовый переход, но он относился к смене режима транспорта ионов, а не мембраны в целом. В этих работах кроме указанной выше аналогии, а также большого количества экспериментальных данных, подтверждающих наличие кооперативных процессов в мембранах и клетке, не были, по существу, выявлены механизмы такого кооперирования в реальных мембранах.

Сложность строения и неупорядоченность структуры мембран не дают возможности установить механизм кооперирования в таком подходе. Нам представляется, что в основу построения модели кооперирования в мембранах должны быть положены аналогии не со структурой, а с механизмами функционирования и кооперирования систем, далеких от равновесия. Мы покажем, что в рамках механизма транспорта ионов, предложенного в работе авторов (4), такая аналогия действительно обнаруживается с процессами кооперирования в двухуровневых системах, взаимодействующих с электромагнитным полем (спиновых, модель Дике, сверхизлучения и т. п.), в частности, в лазерных системах. Как было показано в ряде недавних работ (5,6), эти процессы в лазерах действительно могут быть описаны как фазовый переход второго рода для поля излучения, причем точкой Кюри является порог генерации и он не связан с явлением упорядоченности, а только лишь с характером взаимодействия между атомами активной среды и полем излучения, при этом характер излучения лазера (его кинетика и структура излучения) совершенно различны при состояниях ниже и выше порога. Можно сказать, что с точки зрения спектральных и когерентных свойств излучения, лазер ведет себя как система, работающая по принципу «все, или ничего», т. е. по тому же принципу, что и ионный

транспорт в биологических мембранах. В настоящее время имеется много разных типов лазеров (химических, полупроводниковых, на красителях и т. п.), процессы кооперирования в которых могут быть сопоставлены с процессами, происходящими в биологических мембранах в смысле, который мы обсудим ниже, однако мы останавливаемся не на аналогиях, а на принципе лазеров, общем для всех их конкретных систем, т. е. состоянии кооперирования отдельных актов излучения за счет самосогласованного электромагнитного поля в активной среде, устанавливающегося за счет наличия обратной связи.

В работе (4) механизм функционирования и открывания каналов связывался с существованием в клетке и мембране эндогенного ультрафиолетового (УФ) излучения, которое в состоянии покоя мембраны имеет максимум излучения на длине волны $\lambda=280$ нм, а при возбуждении, в результате ряда физико-химических процессов, этот максимум смещается в область $\lambda=240$ нм. Этот сдвиг обусловлен тем, что в процессе возбуждения (изменение разности потенциалов на мембране, химическое воздействие и т. п.) происходит возникновение цепной реакции перекисного окисления липидов и т. п., в результате чего резко увеличивается интенсивность УФ-излучения, а также смена основного синглетного состояния на возбужденное триплетное состояние белков, липидов и других составляющих мембраны. При этом гидрофобные димеры белков поры, существующие при УФ-излучении с $\lambda=280$ нм, переходят в гидрофильные мономеры при поглощении УФ с $\lambda=240$ нм. Этот переход обеспечивает дегидратационное состояние ионов Na в каналах возбужденных мембран (4), куда они входят из внешней среды, при захвате электрона из канала или поверхности мембраны, под действием осмотических и электрических сил. Свободный электрон, как известно, быстро и энергично гидратируется, и если считать, что гидратированный ион прижат к внешней стороне ионного канала, то выходящий электрон либо нейтрализует ион Na на время $\tau \sim 10^{-8}$ сек. что достаточно, чтобы он в дегидратированном состоянии проник в канал, либо, гидратируясь, отбирает верхнюю гидратную оболочку иона Na, уменьшая его диаметр и тем облегчая его вход в мембрану.

Вопрос о переносе электронов, являющийся одним из существенных элементов работы (4), является все еще дискуссионным, но в настоящее время накапливаются экспериментальные факты и теоретические расчеты в пользу его существования (7—9), в основном в связи с недавно открытыми воротными токами. Теоретический расчет в (9) хорошо согласуется с экспериментальными данными и показывает, что перенос электронов содержит два вклада — классический (надбарьерный) и квантовый (туннельный), который возникает только при определенных условиях.

В рамках этих общих представлений рассмотрим теперь аналогию между процессами кооперирования в лазерах и теми, которые могут происходить в мембранах. Схема функционирования лазера представлена на рис. 1 и содержит следующие основные элементы:

Накачка, которая является источником энергии, переводит нижнее (основное) состояние активных атомов на верхний возбужденный уровень. Для дальнейшего несколько удобнее саму накачку представлять как комплекс: включатель—производство энергии (лампа). Возбужденный уровень за счет безызлучательных переходов переводится на рабочий уровень. Этот рабочий уровень представляет собой систему атомов, в которых занят верхний энергетический уровень и все атомы уже скооперированы за счет общего электромагнитного поля, создаваемого в системе благодаря наличию обратной связи. В этом состоянии спонтанные фотоны, находящиеся в резонансе с лазерным переходом

с возбужденного на основной уровень вызывают генерацию коллективного излучения индуцированных фотонов. Если относительно величину разности населенностей уровней обозначить через $n = (N_2 - N_1)/N_0$, $0 < n < 1$, где N_0 — число активных атомов, а через q — плотность из-

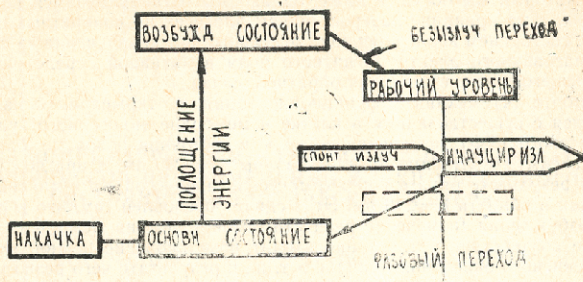


Рис. 1.

лученных фотонов, то скоростные уравнения лазерной генерации для двухуровневой системы имеют вид

$$\frac{dn}{dt} = w(1-n) - An - Cqn$$

$$\frac{dq}{dt} = (Bn - A)q - \alpha$$

где $W = BP(t)$, и B и A — коэффициенты Эйнштейна индуцированного и спонтанного переходов, соответственно, имеющие размерность сек^{-1} , $P(t)$ — мощность накачки, α — коэффициент потерь. Это приближенные уравнения лазерной кинетики, а более строгие уравнения, выводимые на основе неравновесной статистической механики, показывают наличие фазового перехода в излучении лазеров (5,6). В первом уравнении последний член присутствует при излучении выше порога, пороговые условия определяются уравнением $\frac{dn}{dt} = 0$ при $q = 0$. В этих уравнениях

n определяет также степень кооперативности лазерной системы. Следует отметить, что для возникновения обратной связи в лазерах нет необходимости использовать резонатор. Так, в волоконных лазерах обратная связь создается с помощью неоднородностей в активной среде и дифракцией на ее концах.

Теперь рассмотрим схему функционирования биологических мембран в рамках идей высказанных в (4) (рис. 2).

Здесь раздражитель (внешнее возбуждение) играет роль запускающего устройства, а цепная реакция перекисного окисления липидов — источника энергии, переводящего мембрану в возбужденное состояние. В процессе фотохимических реакций в системе создаются мономеры, триплетные уровни и т. д., играющие роль рабочего уровня. Кооперирование в системах, как и в лазерах, осуществляется с помощью электромагнитного поля, в данном случае — УФ-излучения, причем основному невозбужденному уровню или состоянию мембраны соответствует фон УФ с $\lambda = 280$ нм, а возбужденному — с $\lambda = 240$ нм. Пассив-

ный перенос ионов через мембрану на схеме обозначен как спонтанный перенос ионов, а транспорт ионов при возбуждении — как индуцированный. В этой схеме фазовый переход связывается со сменой режима транспорта, но это требует кооперирования состояния молекул и орга-

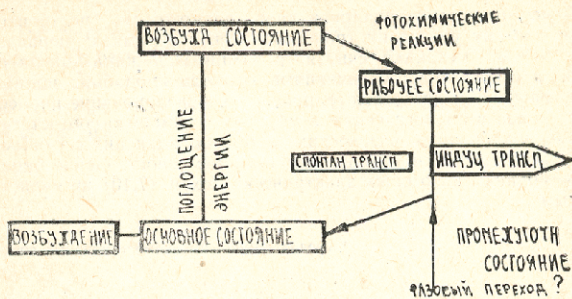


Рис. 2.

нел всей мембраны. Основные уравнения транспорта ионов, как известно, описываются уравнениями Ходжкина-Хаксли ((8).

$$\frac{dn}{dt} = \alpha_n(1-n) - \beta_n n$$

$$\frac{dm}{dt} = \alpha_m(1-m) - \beta_m m$$

$$\frac{dh}{dt} = \alpha_h(1-h) - \beta_h h$$

где α и β — коэффициенты, зависящие от потенциала мембраны и имеющие размерность сек^{-1} , а n , m , h — параметры с $0 < n, m, h < 1$.

Как видно, эти уравнения очень похожи на уравнения заселенности для лазерной генерации в предпороговом режиме (когда $q=0$), только в лазерах переход осуществляется для одного типа частиц — фотонов, а в транспорте через мембрану участвуют разные типы частиц, т. е. имеется несколько слабо связанных между собой потоков.

Хотя эти уравнения записаны для гипотетических «частиц» n , m , h , для которых в настоящее время не обнаружены конкретные представители, однако форма уравнений Ходжкина-Хаксли отражает хорошо известный факт связи между K , Na и Ca -транспортиками. Известно, что вынос ионов Na^+ из клетки не происходит, если во внешней среде нет ионов K^+ , и наоборот, поглощение клетки ионов K возможно только в том случае, когда внутри клетки есть ионы Na^+ , притом на 3Na^+ , выходящих из клетки, приходится 2K^+ , входящих в клетку. Существенным для транспорта ионов Na^+ и K^+ является также наличие Ca^{2+} -проводимости, причем каналы работают по принципу «все или ничего». В уравнениях лазерной генерации наличие нескольких каналов генерации соответствует многомодовые излучения, т. е. преимущественный канал генерации. Пороговому условию энергии возбуждения в лазерах соответствует наличие порогового потенциала ϕ_g при котором откры-



ვაება მემბრანა. შედეგად აღნიშნულია, რომ ფიზიკური მნიშვნელობის პარამეტრები n , m , k თეორიაში ჰოდჟკინ-ჰაკლი უცნობია, ისინი, თანახმად წინადადებული ანალოგიის ლაზერული გენერაციის, შეიძლება დაკავშირდეს კოოპერატიულობის მემბრანის.

აღნიშნული ანალოგია იძლევა შესაძლებლობას ააგოს უფრო ზუსტი სისტემა ტრანსპორტი იონების თანხმად არასწორი სტატისტიკური მექანიკის, ითვლება ჰოდჟკინ-ჰაკლი ახლოს მდებარე სიჩქარეების განტოლებების პროცესის, მსგავსად აღნიშნული ლაზერების განტოლებების, ანუ იონების ტრანსპორტი ბიოლოგიური მემბრანის დახმად შესაბამისი სისტემების, რომლებიც ფაზური გადასვლის. ამ მნიშვნელობაში ჩვეულებრივად იყენებული შედარება ბიოლოგიური მემბრანის რამდენიმე ელექტრიკული სქემის (7,10) არ არის ადეკვატური.

კაფედრა ქიმია უმაღლესი მოლეკულური შეერთების

ლიტერატურა

1. კონევი ს. ვ., აქსენივი ს. ლ., ჩერნიკივი ვ. ა. (1970), კოოპერატიული გადასვლები ბელოვების უჯრედში, მინსკი.
2. ვოლკენშტეინი მ. ვ. (1978). ზოგადი ბიოფიზიკა, გვ. 149—151, «ნაუკა», მ.
3. გლანსდორფი პ., პრიგოჯინი ი., თერმოდინამიკური თეორია სტრუქტურის, სტაბილურობის და ფლუქტუაციის, «მირი».
4. ჰომერკივი რ. ვ., თელიკივი ე. შ., გახოკიძე რ. ა., საბჭოთა კონფერენცია «მოლეკულური მექანიკის გამჭვირვალობის მემბრანული სტრუქტურა», პალანგა, 1979; ტრუდი ტყუ, სერი ქიმია, ბიოლოგია, ტ. 240, გვ. 187, 1983.
5. ჰაკლი გ. (1974), დანართი კი ბუკი მ. ლეკი «ფლუქტუაციის და კოერენტული მოვლენის», «მირი».
6. De Giorgie V., Sculli M. O. Phys. Rev. 2A, 1170 (1970).
7. კოსტიუკი პ. გ., კრიშკალი ო. ა., მექანიკის ელექტრიკული აღიზნულობის ნერვიული უჯრედი, «ნაუკა», მ., 1981.
8. დავიდივი ა. ს., ბიოლოგია და კვანთური მექანიკა «ნაუკოვი დუმკა», კიევი, 1979.
9. პეტროვი ე. გ., უკრაინიკივი ი. ი., ხარკიანივი ვ. ი., დანი სსსრ, ტ. 241 966, 1978.

9. ბავლინივი, გ. სომეხივი, გ. ბახოვივი

კოოპერატიული პროცესების მოლეკულური მექანიკის შესახებ
ბიოლოგიურ და ბიოფიზიკურ ფუნქციონალური კავშირების
ცვლილებისას

აღნიშნულია ენდოგენური გამოსხივების როლი მეტაბოლიზმის სტრუქტურულ ცვლილებაში შორის კორელაციის წარმოქმნაში. ბიოგენეზისაში მიმდინარე კოოპერატიული პროცესები ანალოგიურია ლაზერებში მიმდინარე ფიზიკური გადასვლისა, რომელსაც ადგილი აქვს გამოსხივების პირობების ცვლილებისას.

E. TEPLITSKI, B. KHOMERIKI, R. GAKHOKIDZE



ABOUT THE MOLECULAR MECHANISM OF CO-OPERATIVE
PROCESSES AT THE ALTERATION OF FUNCTIONAL STATE OF
BIOLOGICAL MEMBRANES

The role of the endogenous ultraviolet radiation in the formation of correlation between structural units of membranes is shown. It is concluded that the co-operative processes in biomembranes are similar to phase transition, which takes place in lasers at the changes of the conditions of radiation.

ИСТОРИЯ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГРУЗИИ

Р. ЖОРДАНИЯ

Животный мир Грузии, одним из составных элементов которого являются птицы, с древних времён привлекал внимание европейских путешественников, учёных и писателей, миссионеров и дипломатов. Но все их описания носили случайный характер. Определённые данные о птицах, среди описания прочих животных, содержатся в грузинских рукописях VIII—XVI веков. В 1654 году в Неаполе было напечатано описание Мингрелии А. Ламберти, в котором упомянуты и некоторые птицы. Значительным было «Описание царства Грузинского» («Агцера самепоса Сакартвелоса») Вахушти Багратиони, одного из основателей Московского университета, в котором с географической и, частично, экологической точки зрения описывались самые наглядные представители животных (птиц) Грузии. Это обстоятельство указывает на высокий уровень знаний в области зоологии и географии в тогдашней Грузии. Достопримечательны также «Калмасоба», «Энциклопедия естествознания» Иоана Багратиони (1772—1830), содержащие принципы линнеевской систематики и др.

Первые научные данные по птицам Кавказа и, в частности, Грузии принадлежали академику Санкт-Петербургской Императорской Академии наук А. Гюльденштедту, который, собственно говоря, положил начало научного изучения животного мира Кавказа, которое продолжили С. Гмелин (1770—1774), П. Паллас (1793), Э. Эйхвальд (1825—26), Э. Менстрие (1829—30), Э. Эверсман (1830), И. Крыницкий (1835—37), А. Нордманн (1836), Коленати (1843), М. Вагнер (1846?), Ф. де Филиппи (1862) и др. Правда, описания этих путешественников и учёных не были исчерпывающими и носили фрагментарный, маршрутно-путевой характер, но безусловно, имели большое значение. Более систематичным изучение фауны позвоночных и, в частности, птиц стало во второй половине XIX в, когда в Грузии начали функционировать «Кавказский отдел Императорского Русского географического общества» (1850), Кавказский музей (ныне Государственный музей Грузии им. академика С. Н. Джанашия Академии наук Грузинской ССР) (1852), «Кавказское общество сельского хозяйства» (1855) и др.

Новый этап в изучении орнитофауны Грузии начался с 1863 года, когда в Тбилиси поселился доктор Г. И. Радде, который возродил Кавказский музей, в частности, создал здесь зоологический отдел, провёл несколько значительных экспедиций, во время которых собрал многочисленные коллекции и поныне хранящиеся в крупных зоологических учреждениях (Зоологический музей МГУ, Зоологический институт АН СССР в Ленинграде, Музей Грузии, Берлинский Зоологический музей и др.), опубликовал описание этих коллекций, описал птиц Кавказа (1884), основал публичную библиотеку, создал интересные сис-



тематические и эколого-ландшафтные экспозиции. При Г. И. Радде музей стал центром зоологических исследований на Кавказе.

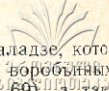
В 1878 году Грузию посетил И. Д. Михаловский, опубликовавший статью о птицах части грузинской территории Малою Кавказа. До этого здесь же побывали: известный учёный-зоолог профессор М. Н. Богданов (1871), К. Ф. Кесслер (1875), также опубликовавшие работы, в которых содержатся данные о птицах Грузии. Интересные наблюдения проводили Н. Я. Динник, Ф. К. Лоренц, побывавшие на Кавказе и работавшие здесь в 80-ых годах. Причерноморскую часть Западной Грузии изучали Ф. В. Вильковский (1897), П. В. Нестеров (1909—10), Б. А. Домбровский (1910—11).

В 1895 году в Тбилиси поселился один из крупнейших исследователей фауны позвоночных Кавказа (млекопитающие, птицы) — К. А. Сатунин, который опубликовал несколько значительных работ по орнитофауне, дал первое зоогеографическое деление Кавказа, провел многочисленные орнитологические сборы. В последующие годы на Кавказе, в том числе и в Грузии вели орнитологические исследования А. М. Кобылин, П. Г. Баньковский, К. М. Дерюгин, академик М. А. Мензбир.

В 1922 году были опубликованы заметки о птицах Картли преподавателя географии Тифлисской 2-ой мужской гимназии П. Г. Сакварелидзе, который в 1910—14 гг. собирал тушки птиц, в систематизации и определении которых ему помог академик П. П. Сушкин. П. Г. Сакварелидзе был первым грузином, опубликовавшим научную работу (к сожалению единственную) по орнитологии на русском и родном языках.

Плановыми и систематическими стали изыскания в области орнитологии лишь после установления в Грузии Советской власти (1921 г.). Работу эту возглавил И. Д. Чхиквишвили, приглашённый на место заведующего Зоологическим отделом Музея Грузии (с 1920 г.); он был лично знаком с К. А. Сатуниным, М. А. Мензбиром, Г. П. Деметьевым, которые всегда делились с грузинским коллегой своим богатейшим опытом и знаниями. Сначала И. Д. Чхиквишвили занялся систематическими изысканиями, он опубликовал дополнения и исправления к сатунинскому «Каталогу птиц Кавказского края» (1927), опубликовал описания новых подвидов белоспинного дятла (1928) и филина (1930), которые в настоящее время включены в списки синонимов. К систематике дятлов И. Д. Чхиквишвили возвратился и позднее (1941). В тридцатые годы он возглавил несколько важных экспедиций, в результате которых описаны птицы Кахетии (1938), Джавахетии (1938), Абхазии (1939), Хевсуретии (1941). Если принять во внимание существующие в то время средства и способы передвижения и проведения научных наблюдений, то станет ясно — какая большая работа была тогда проделана. Параллельно, совместно с известным таксидермистом Карлом Креллем и художником И. Вепхвадзе он организовал ландшафтные экспозиции в Музее Грузии, заслужившие одобрение Максима Горького и таких известных советских специалистов, как В. Комаров, Н. А. Гладков и др. И. Д. Чхиквишвили первым разработал и грузинскую научную терминологию позвоночных (1926). Фактически И. Д. Чхиквишвили создал в Музее Грузии свою орнитологическую школу (Л. М. Чинчаладзе, Р. Г. Жордания), которая долгое время проводила все основные орнитологические исследования в Грузии. В последние годы жизни И. Д. Чхиквишвили описал фауну птиц Цагерского и Хулойского районов Западной Грузии.

В 1958 году вышла в свет первая (после установления в Грузии Советской власти) монография по птицам Грузии на грузинском языке, это «Воробьиные птицы Картли и их хозяйственное значение» пер-



вой и пока единственной грузинки-орнитолога Л. М. Чинчаладзе, которая принадлежала к школе Л. А. Портенко. Она изучила воробьиных птиц многих районов Грузии: Западной Грузии (1959—69), а также Ахалдабского и Цителцкарройского лесничеств, дала интересный анализ содержания желудков воробьиных птиц. Кроме того, совместно с Р. Г. Жордания она составила и издала Каталог птичьих яиц и гнёзд, хранящихся в Музее Грузии (1969).

В начале 50-ых годов распространением и биологией куриных птиц занимались М. Е. Кутубидзе и представитель Кутаисского гос. педагогического института им. Цулукидзе Д. Я. Хецуриани.

В 1958 году в Музее Грузии начал работать Р. Г. Жордания, уже через два года опубликовавший терминологический четырёхязычный словарь птиц Грузии, а в 1962 году монографию по птицам Грузии — первую монографию на русском языке, вышедшую после установления в Грузии Советской власти — «Орнитофауна Малого Кавказа (в границах Грузинской ССР)». Р. Г. Жордания пользовался консультациями и руководством таких крупнейших орнитологов СССР, как Г. П. Деменьев, Н. А. Гладков, А. С. Мальчевский. Он опубликовал работы по фауне и экологии птиц Лагодехского заповедника (1960), Лихского хребта (1969) и Сванетии (1976) совместно с Г. С. Гоголашвили, Колхидской низменности (1977), Аджарии (1979), Мингрелии (1981), по редким видам птиц (1979), предложил оригинальное орнитогеографическое деление Грузии (1978), опубликовал сведения по уточнению распространения, биоэкологии некоторых птиц (1967—84), материалы по сванской и мингрельской терминологии птиц (1967, 1970), коллекционный орнитологический материал Музея Грузии (в ГДР на немецком языке, 1965—75), принял участие в опубликовании списка окольцованных птиц, найденных на территории Грузии (совместно с Л. В. Гунива), разработке мероприятий по охране редких видов (1979, 1981), написал для «Красной книги Грузинской ССР» раздел — птицы.

Большое значение для зоологических изысканий в Грузии имело основание в 1918 году Тбилисского университета, где была создана кафедра зоологии позвоночных. Её в 1946—1982 годах возглавлял А. Г. Джанашвили, который в 1960 году издал первый определитель птиц Грузии на грузинском языке (совместно с Л. Е. Кутубидзе и Д. Г. Заркуа). Перу А. Г. Джанашвили принадлежит также том, посвящённый компилятивному описанию позвоночных животных из серии «Животный мир Грузии» (1963), несколько брошюр по птицам; кроме того, он изучил орнитофауну окрестностей Тбилиси, Ширак-Эльдарской степи, распространение и биологию фазана в Восточной Грузии, провёл большую работу по унификации грузинской научной зоологической терминологии.

Начиная с 1973 года, в Тбилисском университете для студентов выпускного курса специализации «зоология» читается курс орнитологии (Р. Г. Жордания).

Значительную работу по орнитологии проводят и в Институте зоологии Академии наук Грузинской ССР. Здесь до выхода на пенсию (1978) работал кандидат биол. наук М. Е. Кутубидзе, который кроме уже упомянутых работ по куриным, изучил птиц Тушетии, части Западной Грузии, ревизовал орнитофауну окрестностей Тбилиси. Он же составил словарь номенклатурной терминологии птиц. Интересную работу по хищным птицам, их распространению, численности и биоэкологии проводит А. В. Абуладзе; им же описан случай залёта пуночки в Грузию. Свообразными сводками по орнитофауне являются и гельминтологические работы Б. Е. Курашвили, приводящего в начале работ обширные списки птиц того или иного района, где им проводились работы.

Учётом околицеванных птиц, добытых в Грузии, частично, и численностью охотичье-промысловых видов занимался первый зам. председателя Президиума Союза охотников и рыболовов Грузии «Монкашвили» Л. В. Гуниава, на протяжении ряда лет являющийся членом секции Орнитологического комитета СССР.

Интересная работа по изучению орнитофауны Сагурамского заповедника, вообще окрестностей Мцхета, Пшав-Хевсуретии ведётся зам. директора Сагурамского гос. заповедника З. Д. Сихарулидзе, он же приступил к детальному описанию биоэкологии, питания отдельных видов воробьиных птиц, кавказского тетерева и др. З. Д. Сихарулидзе создал в Сагурамском заповеднике образцовую орнитологическую коллекцию.

Птиц Куринской низменности изучает сотрудник кафедры зоологии позвоночных Тбилисского гос. университета Р. В. Таргарашвили.

Статью о птицах Бадарского заповедника опубликовал А. А. Кузнецов (1984, Зоомузей МГУ).

В 1973 году работала организационная Закавказская орнитологическая комиссия (руков. Р. Г. Жордания), а с 1974 года в Грузии была создана региональная орнитологическая комиссия (председатель А. Г. Джанашвили, с 1982 г. председатель Р. Г. Жордания).

Исключительно важны и интересны работы по палеорнитологии, проводимые в Институте палеобиологии им. Л. Ш. Давиташвили Академии наук Грузинской ССР Н. И. Бурчак-Абрамовичем; им же создана уникальная эталонная коллекция скелетов птиц.

Работы орнитологов Грузии публикуются в «Трудах Тбилисского университета» (серия химии-биологии), в сборниках трудов Института зоологии АН ГССР, Заповедников Грузии, в «Вестнике Гос. Музея Грузии им. С. Н. Джанашия» (серия А), «Сообщениях АН ГССР», различных сборниках, во многих зарубежных периодических изданиях. Научно-популярные и научно-методические статьи публикуются в журналах «Сакартвლოს ბუნება», (природа Грузии) и «Химია და ბიოლოგია სკოლაში» (Химия и биология в школе).

Много статей по орнитологии содержит и отдельные томы выходящей в настоящее время «Грузинской Советской Энциклопедии» (Р. Г. Жордания, А. Г. Джанашвили, М. Е. Кутубидзе).

Грузинские орнитологи систематически участвуют в работе всесоюзных и международных орнитологических конференций, конгрессов, совещаний, симпозиумов, публикуют работы как в местных, так во всесоюзных и зарубежных научных журналах.

В 1961 году Р. Г. Жордания был избран членом Британского орнитологического союза.

В августе 1982 г. в Москве работал XVIII международный орнитологический конгресс, в работе которого принимали участие и грузинские учёные: А. В. Абуладзе «Современное состояние хищных птиц в восточной части Грузии», Н. И. Бурчак-Абрамович «Первая находка ложнозубых птиц в СССР», (совместно с С. М. Аслановой), Л. В. Гуниава (без доклада), Р. Г. Жордания «Пространственные отношения некоторых птиц в области Кавказа», Б. Е. Курашвили «Обзор видового состава гельминтов птиц Грузии».

В разные годы в Грузии кратковременно работали, публиковали специальные работы, а в основном, использовали наблюдения и собранный материал в различных книгах и монографиях Н. А. Гладков, Л. А. Портенко, М. А. Воиновский, А. К. Рустамов, В. Д. Ильичёв, А. Г. Банников, В. А. Попов, Р. Л. Бёме, Дж. Х. Базиев, Н. Н. Дроздов, А. А. Кузнецов, М. Н. Журавлёв, А. С. Уманская, Б. М. Звопов и др.



- Р. Л. Беме — Кавказ. (Региональные очерки истории изучения фауны птиц СССР). Птицы СССР, история изучения, Гагары, Поганки, Трубноносые. М., 1982.
- А. Г. Джанашвили — Зоология в Тбилиском университете к 60-летию образования СССР (на груз. яз.). «Кимиа да биология сколаши» («Химия и биология в школе») № 1, 1983.
- А. Г. Джанашвили, И. Я. Элиава — О роли русских учёных в изучении фауны Грузии, «Известия АН ГССР», т. 9, № 5, Тбилиси, 1983.
- Р. Г. Жордания — Орнитофауна Малого Кавказа (в границах Грузинской ССР). Тбилиси, 1962.
- Р. Г. Жордания — Зоология (Наука: биологические науки). Грузинская Советская Энциклопедия. Грузинская ССР. Тбилиси, 1981.

СОВЕТСКИЕ ИЗДАНИЯ ПО ОРНИТОФАУНЕ ГРУЗИИ

Монографии

- 1958 — Л. М. Чинчаладзе. Воробьиные (Passeres) Каргли и их хозяйственное значение (на груз. яз.). Изд. АН ГССР. Тбилиси, 3—137.
- 1962 — Р. Г. Жордания. Орнитофауна Малого Кавказа (в границах Грузинской ССР). Изд. АН ГССР. Тбилиси, 5—288.
- 1963 — А. Г. Джанашвили. Животный мир Грузии, т. 3 — позвоночные (на груз. яз.). Изд. АН ГССР, Тбилиси, 5—458.
- 1969 — Р. Г. Жордания, Г. С. Гогилашвили. Птицы Лихского хребта и сопредельных мест. Изд. «Мецниереба». Тбилиси 5—54+15 стр. иллустр.
- 1982 — Р. Г. Жордания. Раздел «Птицы» в «Красной книге Грузинской ССР» — коллектива авторов. Изд. «Сабчота Сакартвело» (Советская Грузия) (на груз. яз.). Тбилиси [птицы: 32—60].

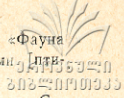
Определители

- 1960 — А. Г. Джанашвили, Л. Е. Кутубидзе, Д. Г. Заркуа. Определитель птиц Грузии (на груз. яз.). Изд. Тбилисского университета. Тбилиси, 3—322.

Брошюры, словари

- 1955 — А. Г. Джанашвили. Полезные птицы Грузии (на груз. яз.). Изд. Тбилисского университета. Тбилиси, 3—33.
- Е. Л. Марков. Пернатые гости Грузии (на груз. яз.). Изд. «Сахелгами». Тбилиси, 3—54.
- 1956 — Д. С. Цыганков. Вредные и полезные хищные птицы Закавказья и распознавание их в природе. Изд. Всесоюзного военно-охотничьего общества и Окружного Совета ЗакВО. Тбилиси, 1—14.
- 1960 — Р. Г. Жордания. Терминологический словарь птиц Грузии (латинская, грузинская, русская и немецкая номенклатура). Изд. АН ГССР. Тбилиси 5—61.
- Л. М. Чинчаладзе. Некоторые способы привлечения и охраны полезных птиц (на груз. яз.). Изд. АН ГССР. Тбилиси, 3—18.
- 1963 — Н. Г. Гамбарашвили. Полезные и вредные птицы Грузии (на груз. яз.). Изд. «Сабчота Сакартвело». Тбилиси, 3—32.
- 1965 — А. Г. Джанашвили. Полезные и вредные для сельского хозяйства птицы (на груз. яз.). Изд. «Сабчота Сакартвело». Тбилиси, 3—99.
- 1966 — Н. Г. Гамбарашвили, В. Л. Бурджанадзе. Звери и птицы Грузии (на груз. яз.). Изд. «Накадули». Тбилиси, 3—139.
- 1973 — М. Е. Кутубидзе. Номенклатурная терминология птиц (материалы). Изд. «Мецниереба». Тбилиси, 5—236.
- 1976 — И. Е. Панджикидзе, А. А. Махарадзе. Певчие птицы (на груз. яз.). Изд. «Сабчота Сакартвело». Тбилиси, 3—111.

- 1979 — Р. Г. Жордания. Раздел «Птицы» в книге коллектива авторов «Фауна позвоночных Аджарии» (на груз. яз.). Изд. «Сабчота Аджара». Батуми. Дтв: 28—79 + с. лит.].
- Р. Г. Жордания. Редкие птицы Грузии (на груз. яз.). Изд. «Сабчота Сакартвело». Тбилиси, 5—79.



ДИССЕРТАЦИИ, ЗАЩИЩЕННЫЕ В ГРУЗИИ ПО ОРНИТОЛОГИИ

- 1947 — Чхиквишвили Иван Дмитриевич — «Гнездящиеся птицы южных склонов Главного Кавказского хребта в пределах Восточной Грузии и прилегающих к нему районов Карталино-Кахетинской возвышенности» (кандидатская диссерт.).
- 1952 — Чиччаладзе Любовь Михайловна — «Воробьиные (Passeres) птицы Картли и их хозяйственное значение» (кандидатская диссерт.).
- 1954 — Хецуриани Давид Ясонович — «Колхидский фазан (*Phasianus colchicus colchicus*), его распространение, биология и хозяйственное значение» (кандидатская диссерт.).
- 1955 — Бурчак-Абрымович Николай Иосифович — «Ископаемые страусы Кавказа и Украины» (докторская диссерт.).
- Кутубидзе Миронис Евсезич — «Результаты изучения биологии куриных (Galliformes) Карталино-Кахетинского плоскогорья» (кандидатская диссерт.).
- 1972 — Жордания Реваз Гивич — «Орнитофауна Малого Кавказа (в границах Грузинской ССР)» (кандидатская диссерт.).

ქ რ მ ნ ი კ ა

ბიოლოგიის ფაკულტეტი

1980 წლის 29 ოქტომბრიდან ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგიის კათედრის გამგე პროფესორი თ. იოსელიანი 3 თვის მანძილზე იმყოფებოდა ქ. ლოუელის (აშშ, მასაჩუსეტის შტატი) უნივერსიტეტში, აღნიშნულსა და თბილისის უნივერსიტეტებს შორის დადებული ხელშეკრულების საფუძველზე. ამ ხნის მანძილზე იგი გაეცნო ლოუელის, ჰარვარდის, იელის, ვესლეინისა და როქფელერის უნივერსიტეტების პედაგოგიურსა და სამეცნიერო-კვლევითს საქმიანობას ფიზიოლოგიის დარგში, ჩატარა სემინარული ხასიათის მუშაობა ლოუელის უნივერსიტეტის ბიოლოგ სტუდენტებთან, წაიკითხა საჯარო ლექცია მივლინებამ ნაყოფიერად ჩაიარა.

1981 წლის 23 იანვრიდან 2 თვით ბლეტჩლის ღია უნივერსიტეტში (ინგლისი) ლექციების წასაკითხად და სამეცნიერო მუშაობის ჩასატარებლად მივლინებული იყო ბიოქიმიის კათედრის გამგე პროფესორი ნ. ალექსიძე. გარდა აღნიშნული უნივერსიტეტისა, მან ჩატარა სემინარები ოქსფორდის, კემბრიჯისა და ლონდონის უნივერსიტეტებში. მისი სამეცნიერო კვლევის შედეგები გამოქვეყნებულია ნეიროქიმიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალებში.

1981 წლის 19—21 აგვისტოს ქ. კიშინიოვში ჩატარდა VIII საკავშირო ორნითოლოგიური კონფერენცია, რომელშიაც მონაწილეობა მიიღო დოცენტმა რ. ჟორდანიამ (ხერხემლიანთა ზოოლოგიის კათედრა) მოხსენებით „საქართველოს ფრინველთა დაცვის პრობლემები“.

1981 წლის 12 სექტემბრიდან 3 თვის მანძილზე ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგიის კათედრაზე მუშაობდა ვესლეინის უნივერსიტეტის (აშშ, ქ. მიდლტაუნი) პროფესორი, დოქტორი დევიდ ადამსი. მან წაიკითხა ლექციების ციკლი: „თავის ტვინის სტრუქტურული და ფუნქციური ევოლუცია“ (IV კ-თან), „ცხოველთა სოციალური ქცევის მოტივაციური მექანიზმების ევოლუცია“ (V კ-თან); გარდა ამისა, კათედრის თანამშრომლებსა და ენთუზიასტ-სტუდენტებთან ერთად მან ჩამოაყალიბა ნეიროეთოლოგიური ლაბორატორია, სადაც წარმატებით შეისწავლებოდა მღრღნელების ბუნებრივი ქცევების თავისებურებანი. მიღებული შედეგები გამოქვეყნდება. დ. ადამსის მივლინება ნაყოფიერად და საინტერესოდ ჩატარდა.



1981 წლის 21—24 სექტემბერს ქ. აშხაბადში ჩატარდა V საკავშირო მტროლოგიური კონფერენცია, რომელშიაც მონაწილეობა მიიღეს დოცენტმა რ. ჟორდანიამ (მან — პროფ. ა. ჯანაშვილთან თანავეტორობით — წაიკითხა მოხსენება თემაზე „საქართველოს იშვიათი ამფიბიები და ქვეწარმავლები და მათი დაცვა“) და ორმა სტუდენტმა — დავით თარხნიშვილმა (V კ.) და პაატა მირაშვილმა (III კ.).

*

საქართველოს სსრ მინისტრთა საბჭოს 1981 წლის 8 ოქტომბრის № 701 დადგენილებით დამტკიცდა საქართველოს სსრ ბუნების დაცვის სახელმწიფო კომიტეტის ახალი შემადგენლობა, რომელშიც წევრად შეყვანილია დოცენტი რევაზ გვიგის ძე ჟორდანი (ხერხემლიანთა ზოოლოგიის კათედრა).

*

1981 წლის 10—12 დეკემბერს კომკავშირულ ქალაქ ბორის ძნელაძეში ჩატარდა საქართველოს სსრ ბუნების დაცვის სახელმწიფო კომიტეტის შიერ მოწვეული სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია თემაზე „მარქსიზმ-ლენინიზმი და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, რომელშიაც მონაწილეობა მიიღეს უნივერსიტეტის ბიოლოგიის ფაკულტეტის თანამშრომლებმა: გ. ქაჯაიამ, რ. ჟორდანიამ, ზ. შენგელიამ, მ. კაჭარავამ, ა. შათირიშვილმა, ი. ჭუჭულაშვილმა, ნ. ბარათაშვილმა, ც. ჯორბენაძემ, ნანა ნემსაძემ, ჯ. ონიანმა, კონფერენციის მასალები დაიბეჭდება ცალკე კრებულად.

*

1981 წლის 21 დეკემბერს უნივერსიტეტის სამეცნიერო საბჭომ ხმების უმრავლესობით (74 დადებითი, 16 უარყოფითი) ბიოლოგიის ფაკულტეტის დეკანის ვაკანტურ თანამდებობაზე აირჩია ციტოლოგიის, ჰისტოლოგიისა და ემბრიოლოგიის კათედრის პროფესორი, საქართველოს სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი პროფესორი გრიგოლ (გივი) დიმიტრის ძე თუმანიშვილი.

გ. თუმანიშვილი დაბადებულია 1925 წ., უპარტოა, გამოქვეყნებული აქვს 85 შრომა. იგი შეთავსებით მუშაობს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ა. ნათაძის სახელობის ექსპერიმენტული მორფოლოგიის ინსტიტუტში განვითარების ბიოლოგიის განყოფილების გამგედ.

*

1982 წელს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მიერ გამოცხადებულ ვაკანსიებზე არჩეულნი იყვნენ:

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრებად:

გივი ალექსანდრეს ძე სანაძე — მეცნარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის კათედრის გამგე, ფოტოსინთეზის პრობლემური ლაბორატორიის გამგე, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი („მეცნარეთა ფიზიოლოგია“).



თეიმურაზ კლიმენტის ძე იოსელიანი — ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგიის კათედრის გამგე, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი („ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია“).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად

გრიგოლ დიმიტრის ძე თუშანიშვილი — ბიოლოგიის ფაკულტეტის დეკანი, ციტოლოგიის, პისტოლოგიისა და ემბრიოლოგიის კათედრის გამგე, საქ. სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი („განვითარების ბიოლოგია“).



1982 წ. აპრილში მოხდა ორი კათედრის — უხერხემლოთა და ხერხემლიანთა ზოოლოგიის კათედრების რეორგანიზაცია; მათ ბაზაზე შეიქმნა ზოოლოგიის და ეკოლოგიისა და ჰიდრობიოლოგიის კათედრები.

ეკოლოგიისა და ჰიდრობიოლოგიის კათედრის გამგედ არჩეულია პროფესორი ვია შალვას ძე ქაჯაია.

ზოოლოგიის კათედრის გამგედ არჩეულია დოცენტი ირაკლი იასონის ძე ელიავა.



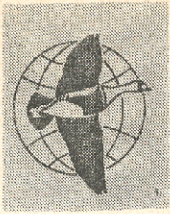
1984 წ. 22 თებერვალს საქავშირო მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის (ლენინგრადი) სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე თსუ ზოოლოგიის კათედრის გამგემ ირაკლი იასონის ძე ელიავამ დაიცვა დისერტაცია ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად, თემაზე: „ნემატოდების რიგი Dorylaimida-ს სისტემატიკა, ფილოგენია და ეკოლოგია“.

სსრკ მინისტრთა საბჭოს უმაღლესმა საატესტაციო კომისიამ დაამტკიცა მისთვის ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მიკუთვნება.



1983 წ. ქ. ლენინგრადში სსრკ მეცნ. აკადემიის ციტოლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო ხარისხების მიმნიჭებელი საბჭოს სხდომაზე თბილისის უნივერსიტეტის გენეტიკის კათედრის გამგემ დოც. თეიმურაზ ალექსანდრეს ძე ლეჟავამ წარმატებით დაიცვა დისერტაცია ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად, თემაზე „ქრომოსომების მორფო-ფუნქციონალური მახასიათებლები დაბერების პერიოდში“.

სსრკ მინისტრთა საბჭოსთან არსებულმა უმაღლესმა საატესტაციო კომისიამ დაამტკიცა თეიმურაზ ალექსანდრეს ძე ლეჟავასათვის ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მიკუთვნება.



XVIII საერთაშორისო ორნითოლოგიური კონგრესი

1982 წ. 15—25 აგვისტოს ქ. მოსკოვში მუშაობდა XVIII საერთაშორისო ორნითოლოგიური კონგრესი. ეს პირველი ორნითოლოგიური კონგრესი იყო, რომელიც ჩატარდა სსრკ-ში. კონგრესმა მოიზიდა მრავალი სპეციალისტი, მის მუშაობაში მონაწილეობდა 40 ქვეყნის 900-მდე მეცნიერი.

კონგრესს ესწრებოდნენ საქვეყნოდ ცნობილი ორნითოლოგები: პ. სკოტი (ინგლისი), კ. უესი (ჰოლანდია), ა. კევე (უნგრეთი), ი. აშოფი (გერ.), ვ. ბოკი (აშშ), კ. სიბლი (აშშ), ლ. ფონ-ჰაატმანი (ფინეთი), პ. დათე (გერ.), საბჭოთა ორნითოლოგები — ვ. ილიჩოვი, ვ. ფლინტი, ა. რუსტამოვი, ა. ბანიკოვი, ა. მალჩეგსკი, რ. ბემე და სხვ.

საქართველოდან კონგრესს ესწრებოდნენ: დოც. რევაზ ყორდანი (თბილისის სახ. უნივერსიტეტი), საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი ბორის ყურანავილი, უმცრ. მეცნ. თანამშრ. ალექსანდრე აბულაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. ზოოლოგიის ინსტიტუტი), ბიოლ. მეცნ. დოქტ. ნიკოლოზ ბურჩაქაბრაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. ლ. დავითაშვილის სახ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტი) და ლევან გუნიავა („მონკაჟშირის“ პრეზიდენტი).

თბილისის სახ. უნივერსიტეტის ზოოლოგიის კათედრის დოცენტმა რ. ყორდანიამ გააკეთა ინფორმაცია თემაზე „ზოგიერთი ფრინველის სივრცობრივი დამოკიდებულებანი კავკასიის ოლქში“.

კონგრესის მსვლელობის დროს მოეწყო ორნითოლოგიური ხასიათის კინოფილმების ჩვენება (მათ შორის ქართული ფილმებისა „ლაკლაკები“ და „ბუნება კარნახობს“), მოსკოვის მხატვარ-ანიმალისტების გამოფენა, მხატვრულ ფოტოგრაფიების გამოფენა, დეკორატიული და გალიური ფრინველების გამოფენა, ახალი ორნითოლოგიური ლიტერატურის გამოფენა (მასზე ასახვა პოვა ქართულმა ორნითოლოგიურმა ლიტერატურამაც).

კონგრესის მუშაობას მიეძღვნა ორტომეული „ორნითოლოგიური გამოკვლევები სსრკ-ში“ (ინგლისურ ენაზე), სსრკ. მეცნ. აკადემიის „ზოოლოგიური ყურნალის“ სპეციალური ნომერი, შესანიშნავი ფოტოალბომი „ფრთოსანთა სამყაროში“, სამი გრამფირფიტა „სსრკ ფრინველთა ხმების სარკვევი“ და სხვ.

კონგრესმა მეტად ნაყოფიერად იმუშავა.

რევაზ ყორდანი

ბიოფიზიკოსთა I საკავშირო ჟრილობა

1982 წლის 3—8 აგვისტოს ქ. მოსკოვში ჩატარდა ბიოფიზიკოსთა I საკავშირო ყრილობა. მის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო საკავშირო ბიოფიზიკური ცენტრების 3 ათასამდე წარმომადგენელმა.



საქართველოს
მეცნიერებათა
აკადემიის
გამომცემლობა

ყრილობის სამეცნიერო პროგრამა მოიცავდა ბიოფიზიკის 20 მართულეზას. მათ შორის მნიშვნელოვანი იყო მოხსენებები, რომლებიც შეეხებოდა ბიოლოგიური მემბრანების სტრუქტურისა და ფუნქციის კვლევის სხედასნეა ასპექტებს, აგრეთვე ბიოენერგეტიკისა და ფოტობიოფიზიკის ძირითად საფუძვლებს, ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების აგებულებისა და კონფორმაციის სოგიერთ მნიშვნელოვან საკითხებს და ა. შ. აკადემიკოსებმა გ. ივანიცკიმ, ი. თეჩინიკოვმა და სხვებმა აღნიშნეს ის ძირითადი მიღწევები, რომლებიც საბჭოთა ბიოფიზიკისთვისაა დამახასიათებელი, დასახეს ბიოფიზიკის განვითარების პრობლემები და პერსპექტივები უახლოესი ხუთი წლის მანძილზე და განიხილეს მიღებული შედეგების სახალხო მეურნეობაში დანერგვის შესაძლებლობები.

ყრილობაზე ფართოდ იყო წარმოდგენილი ქართველ ბიოფიზიკოსთა ჯგუფი და, მათ შორის, თბილისის სახ. უნივერსიტეტის ბიოფიზიკის კათედრა. კათედრის თანამშრომლები ყრილობაზე წარდგნენ 6 მოხსენებით (მომხსენებლები — მ. ცარციძე, ნ. კოტრაკაძე, მ. თოფურია, პ. ჭელიძე, კ. რატიანი, ჯ. ონიანი), რომლებიც მიეძღვნა მემბრანულ სისტემებში პათოლოგიური პროცესების მექანიზმების შესწავლას მოლეკულურ დონეზე.

მურად ცარციძე

მსენია ცხაკაია

1982 წ. 17 ივნისს გარდაიცვალა თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენისა და სახელმწიფო უნივერსიტეტის მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის კათედრის უცვლელი გამგე, საქართველოს სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, პროფესორი ქსენია ეფრემის ასული ცხაკაია.

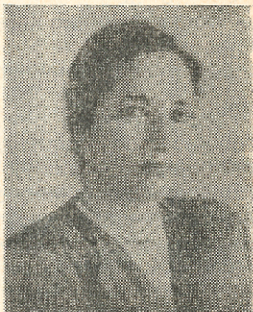
ქ. ცხაკაია დაიბადა 1900 წ. 28 სექტემბერს შავიზღვისპირეთის გუბერნიის სოფ. პლასტუნკაში. საშუალო განათლება მიიღო ქ. ქუთაისის წმინდა ნინოს ქალთა გიმნაზიაში, რომელიც 1918 წ. დაამთავრა. მან სწავლა განაგრძო თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტზე.

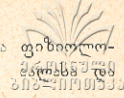
1919—20 წწ. ქ. ცხაკაია მუშაობს ცნობილი ბოტანიკოსების აკად. ს. ნავაშინის, პროფ. ზ. ყანჩაველის და პროფ. ვ. ალექსანდროვის ხელმძღვანელობით. ამ პერიოდში ჩვენი უნივერსიტეტი ქართული კადრების დიდ ნაკლებობას განიცდიდა, რის გამოც უნივერსიტეტის მაშინდელმა რექტორმა ივანე ჯავახიშვილმა ჯერ კიდევ სტუდენტ ქ. ცხაკაიას შესთავაზა მუშაობის დაწყება. 1921 წ. ის დაინიშნა პრეპარატორად მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის კათედრაზე, ხოლო უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ 1927 წ. ქ. ცხაკაია უკვე უფროსი ასისტენტი.

1929 წ. მას დაევალა უნივერსიტეტის ავრონომიულ ფაკულტეტზე მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის კურსის წაკითხვა. 1930 წ. ქ. ცხაკაია პარალელურად ინიშნება დოცენტის თანამდებობაზე საკავშირო სუბტროპიკულ ინსტიტუტში და ამიერკავკასიის სატყეო ინსტიტუტში.

1932 წ. ქ. ცხაკაიას მიენიჭა დოცენტის სამეცნიერო წოდება, 1935 წ. ბიოლოგიური და სოფლის მეურნეობის მეცნიერების წინაშე დიდი დამსახურებისათვის დისერტაციის დაუცველად მიენიჭა სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხი, 1962 წელს — პროფესორის წოდება.

1936 წ. ქ. ცხაკაია დაინიშნა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ბოტანიკის კათედრის გამგედ. 1938 წ. აღნიშნული კათედრიდან ცალკე გამოიყო მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის კათედრა, რომლის დამაარსებელი და უცვლელი გამგე 1951 წლამდე იყო ქ. ცხაკაია.





ამავე წელს იგი დამტკიცეს ოსუ მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის კათედრის გამგედ. 1951 წლიდან ქ. ცხაკაია მთელ თავის მუშაობას ეხმარება მხოლოდ მშობლიურ უნივერსიტეტს ახმარდა.

ქ. ცხაკაიას ლექციები ყოველთვის გამოირჩეოდა მაღალი მეცნიერული დონით, დაბეჭდილობით, მეტყველების მაღალი კულტურით. მის მიერ აღზრდილი კადრები ღირსეულად მოღვაწეობენ ჩვენი რესპუბლიკის სკოლებსა და უმაღლეს სასწავლებლებში, სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებში, სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგში.

დიდა ქ. ცხაკაიას დამსახურება ქართული მაღალკვალიფიციური კადრების აღზრდის საქმეში. მისი უშუალო ზედმძღვანელობით ბევრმა ახალგაზრდამ მოახზადა და დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, მიაღო კონსულტაციები სადოქტორო დისერტაციის მომზადებისას. იგი იყო დიდად ერთღირებული, უაღრესად პრინციპული, იშვიათი შრომისმოყვარე, განათლებული ინტელიგენტი.

დიდი ღვაწლი დასდო ქ. ცხაკაიამ ქართულ ენაზე სახელმძღვანელოების შექმნას, 1935—36 წწ. მან (ნ. ანელთან თანავტორობით) შეადგინა სახელმძღვანელო დაუსწრებელი სწავლების სტუდენტებისათვის — „მცენარეთა ანატომია“, I და II განაკვეთი (უჯრედი და ქსოვილები). 1957 წ. მის მიერ (ე. მირაიანაშვილთან თანავტორობით) გამოცემულმა სახელმძღვანელო — „მცენარეთა ანატომია“, პრაქტიკული კურსი, უნივერსიტეტის II პრენია დაიმსახურა. მის მიერ ორჯერ (1932 წ., 1946 წ.) ითარგმნა აკად. ნ. მაქსიმოვის სახელმძღვანელო — „მცენარეთა ფიზიოლოგიის მოკლე კურსი“. ამავე დროს ქ. ცხაკაიარიგი სახელმძღვანელოს რედაქტორი იყო.

ქ. ცხაკაია ყოველთვის ეწეოდა საინტერესო სამეცნიერო-კვლევით მუშაობას მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიაში. მეტად საყურადღებოა მისი (ქ. აბესაძესა და ე. მაკარევესკაისთან ერთად) გამოკვლევები ვაზის ფესვთა სისტემის ანატომიის შესახებ, რომელიც ფილოქსერაგამძღვანელობისათანა დაკავშირებული, აგრეთვე ვაზის წყლის რეჟიმზე. ამ შრომებმა სპეციალისტების დიდი ინტერესი გამოიწვია. ისინი საფუძვლად დაედო სელექციონერების მიერ ფილოქსერაგამძღვანელობის ვაზის ჯიშების გამოყვანას. აღსანიშნავია აგრეთვე შრომები ერთლებნიანი მცენარეების ღეროში კამბიუმის მოქმედებისა და ღეროს გამსხვილების კანონზომიერების შესახებ, სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების (ხორბალი, სიმინდი, ჩაი, სოია და სხვ.) ნიათებრებათა ცვლის დინამიკის შესახებ და სხვ. მისი კვლევითი მუშაობის შედეგად გამოქვეყნებულია 50-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი.

დიდ პედაგოგიურ და სამეცნიერო-კვლევით მუშაობასთან ერთად პროფ. ქ. ცხაკაია აქტიურ საზოგადოებრივ საქმიანობას ეწეოდა. იგი ერთდროულად იყო თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქ. სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტისა და თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის ხარისხების მიმნიჭებელი სპეციალიზებული საბჭოების წევრი, საკავშირო ბოტანიკური საზოგადოების პრეზიდიუმის წევრი, საქართველოს ბოტანიკური საზოგადოების წევრი, საქ. ბოტანიკური საზოგადოების ანატომიისა და ფიზიოლოგიის სექციის თავმჯდომარე, საზოგადოება „ცოდნის“ რესპუბლიკური და თბილისის საქალაქო განყოფილების გამგეობის წევრი, იმავე საზოგადოების საუნევერსიტეტო საბჭოს წევრი, საქ. სსრ საშუალო და სპეცგანათლების სამინისტროს სამეცნიერო-ტექნიკური საბჭოს ბოტანიკური სექციის თავმჯდომარე.

პროფ. ქ. ცხაკაია იყო ორჯონიკიძის სახ. რაისაბჭოს 3 მოწვევის და თბილისის საქალაქო საბჭოს 7 მოწვევის დეპუტატი და სხვ.

პროფ. ქ. ცხაკაიას უნაგარო მუშაობა სითანდოდ იყო დატესტული: იგი დაჯილდოებული იყო მთავრობის უმაღლესი ჯილდოთი — ლენინის ორდენით, ი. ჯავახიშვილისა და მრავალი სხვა მედლით.

ყველა, ვინც კი იცნობდა ამ შესანიშნავ პედაგოგსა და მეცნიერს, ბრწყინვალე ხელმძღვანელსა და უაღრესად გულსხმიან ადამიანს, მარად შეინახავს გულში მის ნათელ ხსოვნას.

პროფესორ ქაინას მრავალსაბამის სამეცნიერო მემკვიდრეობის სია:

1. К проблеме о степени пластичности листа и возникновения ксероморфной структуры. Тр. сель-хоз. учреж. Северн. Кавказа. 1926.
2. Суточный режим пластических веществ в листьях специфической структуры. Докл. II съезда ботаников. 1926.
(Соавт. В. Г. Александров, А. С. Тимофеев, М. А. Шанидзе).
3. О суточных изменениях содержания крахмала в листьях, имеющих вокруг жилки резко выраженную переахвматическую обкладку. Журнал Русского Ботан. общества. 1926.
(Соавт. В. Г. Александров, А. С. Тимофеев, М. А. Шанидзе).
4. О некоторых изменениях в проводящей системе стебля под влиянием обрезания элементов узла. Журн. Русск. Ботан. общества. т. XII, 1927.
5. Об изменениях содержания крахмала в пластидах листьев при различных климатических условиях. Известия Томского университета. 1928.
(Соавт. В. Г. Александров).
6. Сравнительная анатомия корня виноградной лозы Тз. II Всесоюз. филокс. съезда. 1929.
7. Зависимость различной степени филоксероустойчивости грузинских сортов виногр. лозы от различия анат. структуры их корн. системы. Записки научн.-прикл. отд. Тифлисского Бот. сада. 1929.
(Соавт. К. Ю. Абесадзе, Е. А. Макаревская)
8. О взаимном влиянии прироста и подвоя на распред. водного запаса в различных органах подрезанных и неподр. виногр. прививок. Вестник сель-хоз. инст. Грузии. 1933. (соавт. К. Ю. Абесадзе).
9. Анатомия растений. Раздел, Тб 1934 (соавт. Н. А. Ансели).
10. Анатомия растений, Клетка. 1935.
11. Характер локализации крахмала в различных органах растений. Всесоюзн. совещ. физиологов растен. 1940.
12. Распределение эфирных масел в листьях некоторых субтропических растений. Всесоюз. совещ. физиологов раст, 1940.
13. Запасные вещества в подземных органах дикорастущих растений и их питательная ценность. Научная сессия ТГУ, 1942.
14. К изучению анатомо-физиологических особенностей пшеици Грузии. Научная сессия ТГУ, 1943.
15. К изучению внутренней структуры корня однодольного растения. Тр. Груз. СХИ, т. XXIII—XXIV, 1945.
16. Внутреннее строение корня однодольного растения и методика его изучения. Научн. сессия Груз. СХИ, 1945.
17. О взаимосвязи в распределении эфирноосных веществ. Научн. сессия ТГУ, 1947. (соавт. К. Х. Абесадзе).
18. Влияние обработки семян ростовыми веществами на урожай некоторых сель-хоз. растений. Тр. Груз. СХИ. т. XXIX. 1948. (соавт. А. В. Коберидзе).
19. Изменчивость структуры вегетативных органов пшеици под влиянием внешней среды. Научная сессия Груз. СХИ. 1950.
20. Методические указания и контрольные задания по курсу анатомии и физиологии растений, Тбилиси, изд. Груз. СХИ, 1951.

21. Регенерационная способность Аюе. Научная сессия ТГУ, 1951.
22. К изучению корневой системы пшениц Грузии. Тр. Груз. СХИ, 1952.
23. Сравнительная анатомия некоторых промышленных видов бамбука. Тр. Груз. СХИ, т. 39—40, 1953.
24. Жизнь растения. Сб. «Основы земледелия», изд. «Сахелгами», 1954.
25. Изменения окислительных процессов в пшенице. Научн. сесс. ТГУ, 1954.
26. Сравнительная анатомия некоторых сортов пшениц в связи с предпосевной яровизацией. Тр. Груз. СХИ, т. 42—43, (соавт. Векуа Т. В., Тагаури А. З.).
27. Анатомия растений. Практический курс. Тб., Изд. ТГУ. (соавт. Мирианашвили Е. И.).
28. Прививка подсолнечника и земляной груши. «Сакартвелос колм». 1958.
29. Деятельность меристем у однодольных в связи с особенностями роста. Сб. «Рост раст.». Изд. Львовского университета. 1959.
30. Гистологические признаки морфогенеза корней однодольных растений. Тез. Совещ. по морфоген. раст., т. II, 1959.
31. К характеристике прививок подсолнечника и земляной груши. Тр. ТГУ, т. 70, 1959 (соавт. Цхадая Е. Т.).
32. Значение анатомического строения стебля пшеницы для оценки устойчивости к полеганию. Тр. ТГУ, 1960, (соавт. Мирианашвили Е. И.).
33. Гистологические признаки морфогенеза корней однодольных растений. Сб. Морфогенез раст. Изд. МГУ, 1960.
34. Гистологические признаки морфогенеза растений. Сб. «Морфогенез раст.» т. II, 1961.
35. К взаимоотношению между азотобактером и высшими растениями. Научн. сессия МГУ, 1961 (соавт. Чикашуа Н. В.).
36. Онтогенез тканей у однодольных растений. Тз. Всемирн. конгресса ботаников. Эдинбург, 1964.
37. Влияние внешних условий на анатомич. строение корня. Тр. III съезда Всесоюзн. Ботан. общества. 1964.
38. Влияние предпосевной обработки семян на растения. Ки. I, Респуб. научн-метод. конф. 1964.
39. Внутреннее строение початка кукурузы. Т. ТГУ, т. 109, 1935. (соавт. Мирианашвили Е. И.).
40. Активность амилазы и каталазы и содержание аскорбиновой кислоты в зерне кукурузы при различном хранении. Тр. ТГУ, серия биол. 123, 1968. (соавт. Цхадая Е. Т.).
41. Колебание содержания углеводов и азотистых веществ в зерне кукурузы при разных способах хранения. Тр. ТГУ, 123, 1968 (соавт. Бекая К. И., Цхадая Е. Т.).
42. Узловые вопросы анатомического строения корня (на примере однодольных растений). Тз. III республ. научн-метод. конф. кафедр бот. дисциплин высш. уч. завед. Груз. ССР, 1969.
43. Гистогенез в вегетативных органах однодольных растений. IV делег. съезд ВБО. Тз. докл. член. Груз. бот. общ. 1969.
44. Материалы по сравнительной анатомии галофитов окрестностей Тбилиси. Всесоюзн. совещ. по солеустойч. растений. Ташкент, 1969 (соавт. Е. Мирианашвили).
45. Влияние некоторых микроэлементов на устойчивость лимона Новогрузинского к мильско. Тр. V Всесоюзн. совещ. иммунологии раст., 1969. (соавт. Кикацишвили З. Н.)
46. Изменения содержания углеводов в семенах сои, вызванные микроэлементами. Тр. ТГУ, А (147), 1972. (соавт. Цхадая Е. Т.).
47. Изучение содержания эндогенных ростовых веществ в проростках кукурузы. XII Междунар. ботанич. конгресс. т. II, Л., 1975 (соавт. Немсадзе Н. П.).
48. Фотосинтетическая система сои после обработки семян кобальтом и молибденом. XII Междунар. ботан. конгресс, Т. II, Л., 1975 (соавт. Какушадзе Л. Д.).
49. Активность амилазы в кукурузе. Тр. ТГУ, 178, 1976 (соавт. Цхадая Е. Т., Надирадзе М. А.).



50. Изучение анатомической структуры зародыша одностеблево-многопочатковой кукурузы. Тр ТГУ, 178, 1976 (соавт. Мирянашвили Е. И., Гокпели Е. В.).

51. Динамика активности эндогенных ростовых веществ в зерновке кукурузы в связи с прорастанием. Тр. ТГУ, 178, 1976 (соавт. Немсадзе Н. П., Багратиони Н. Н.).

52. Анатомическое изучение одностеблево-многопочатковой кукурузы. Извест. АН Груз, ССР, серия биолог, т. 4. № 5, 1958 (соавт. Мирянашвили Е. И., Гокпели Е. В.).

გ. სანაძე, ე. შირიანაშვილი,
 მ. ნადირაძე, ნ. ნემსაძე,
 ქ. ბეჭაია, ე. ცხადაია,
 ე. გოკიელი, ლ. ქვარიანი,
 ც. წერეთელი.



მიხეილ სახოკია

ქართულმა ბოტანიკურმა მეცნიერებამ დიდი დანაკლისი განიცადა: გარდაიცვალა გამოჩენილი ბოტანიკოსი, საქართველოში გეობოტანიკური მეცნიერების ფუძემდებელი, დოცენტი მიხეილ თედორეს ძე სახოკია.

მ. სახოკია დაიბადა 1902 წელს. დაამთავრა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრონომიული ფაკულტეტი და დაიწყო ფართო სამეცნიერო მოღვაწეობა. დღიდან დაარსებისა იგი მუშაობდა საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტში, რომლის ერთ-ერთი ფუძემდებელი თვითონ იყო, პარალელურად კითხულობდა ლექციებს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიის ფაკულტეტზე. 1970—72 წლებში იყო უნივერსიტეტის ბოტანიკის კათედრის გამგე. მისი სალექციო კურსი გეობოტანიკაში, რომელსაც იგი სტუდენტებისათვის კითხულობდა, ეტალონური იყო. მისი დეაწლი ახალგაზრდობის აღზრდის საქმეში ფასდაუდებელია.

მ. სახოკია ფართო ინტერესების მქონე მეცნიერი იყო: გახმაურებული გეობოტანიკური ნაშრომების გარდა, იგი ავტორია ფუნდამენტური ფლორისტიკული ნაშრომებისა, აქვს ნაშრომები მეცნარეთა სისტემატიკაში, ბოტანიკურ გეოგრაფიაში. 1950 წ. მან ავტორთა კოლექტივთან ერთად შექმნა სსრკ მეცნარეთა მისიის რუკა, რისთვისაც აკადემიკოს ლ. კომაროვის სახელობის პრემია მიენიჭა.

დიდ ცოდნასთან ერთად მ. სახოკიასათვის დამახასიათებელი იყო დიდი თავმდაბლობა. ამიერკავკასიაში ერთ-ერთი ცნობილი მეცნიერი თავის დარგში — იგი არ ფიქრობდა სამეცნიერო ხარისხის მოპოვებაზე, ფორმალურად მიაჩნდა იგი. 1963 წ. მას ხარისხის დაუცველად მიენიჭა დოცენტის წოდება.

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტში მ. სახოკია მუშაობდა სხვადასხვა დროს უფროს მეცნიერ თანამშრომლად, გეობოტანიკის განყოფილების გამგედ, ყაზბეგის მაღალმთიანი სტაციონარის გამგედ.

კომუნისტურმა პარტიამ და საბჭოთა მთავრობამ ჯეროვნად დააფასეს მ. სახოკიას დამსახურება: მას მიღებული ჰქონდა შრომის წითელი დროშის ორდენი, მედლები.

გამოჩენილი, ჭეშმარიტი მეცნიერის, ახალგაზრდობის წესანიშნავი აღმზრდელის, თავმდაბალი და კეთილი ადამიანის — მიხეილ თედორეს ძე სახოკიის ხსოვნა მუდამ დარჩება ბოტანიკური მეცნიერების ისტორიაში, მისი მრავალრიცხოვანი მოწაფეებისა და კოლეგების გულში!

ზურაბ შენგელია

შინაარსი

ლევან ნათაძე 5

ბ. სუბატაშვილი, ლ. შარშიაშვილი, ე. გურჯია, გ. ასამბაძე.
ტყეის ექსტრაქტულ-ფოტოქეტრული განსაზღვრა დიდიხონით გარემოს
ობიექტებში 17

ქიმიკი

ბ. გრიგალაშვილი, თ. მანჯგალაძე, ე. კაცუა, ქ. ბაზიერაშვი-
ლი 1-(2-ბირიდილაზო)-რეზორცინთან ჰაფიუმის კონპლექსების შესწავლა
ანალიზურ ქიმიკში მათი გამოყენების მიზნით. 21

ა. ნოღაიდელი, ბ. ტაბიძე, შ. ფიჭაძე, ე. გრძელიშვილი, ე.
დადიგაძე. პარკის ამოხვევის პროცესში დარბილებული წყლის გამოყენება 25

მ. გვერდწითელი. პროტონის გადატანის რეაქციის თეორიული გამოკვლევა
ნიტრომეთანსა და ზოგიერთ კარბონმჟავას შორის 28

მ. კორნილოვი, მ. გვერდწითელი, გ. გამზიანი. ალკანების გლასი-
ფიკაცია და ჩამოთვლა 33

რ. გახოქიძე, ა. კანდელაკი. მერქნიან მცენარეთა ელემენტის დაფესვიანებაზე
დებოქსილაციის შედეგების გვერდის სეციონისთვის 37

ე. ჩიკვაძე. თავისუფალი რადიკალის $N=CH_2$ ელექტრონული სტრუქტურის პა-
რამეტრების გათვლა. 40

მ. გვერდწითელი, გ. კაციაძე. პროტონის გადატანის რეაქციებთან თეორიული
გამოკვლევა დსენდრობოცინისა და ზოგიერთ ორგანულ მჟავას შორის 43

ბიოლოგია

რ. ხომერტიკი. ბიოლოგიური მახასიათებლის განსაზღვრის ერთი ექსპერიმენტის
შესახებ 47

ბ. ვასილიყვა-გაშაყმაძე, სარკომერის მუშაობის დინამიკური მოდელი 52

მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე. კომპონატური ვანბნების სტრუქტურის კოპია, როგორც
ბიოლოგიური მემბრანების სტრუქტურის შესწავლის მეთოდი 52

მ. გეგეჭკორი, მ. შენგელია, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე. პეროქ-
სისამული მემბრანების ფუნქციასა და თევზად-კრისტალურ მდგომარეობას შო-
რის კავშირის შესწავლა 67

თ. დარჩია, გ. დავითაია, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე. ლიზოსომური
ჯერმენტის აქტიუობაზე. პოლიციკლური ნახშირწყალბადების მოქმედების ორფა-
ზიანი ჩასათვის შესახებ. 74

ო. ჯიშკარიანი, თ. ლურსმანაშვილი, მ. ცარციძე, მ. შენგე-
ლია, ბ. ლომსაძე. ფოსფორიბადების რადიონობრივი ცვლილებები ავთო-
ქიზიანი სიმსივნის ზრდის დროს 80

ვ. ყენია. უნაღვს ხერხემლიან ცხოველთა უროთეროდამიოციდებულ ქვეყნის შესა-
სწავლად გამოყენებული მეთოდური ხერხები 90

ე. ცხადაია, მ. ნადირაძე, ც. სიხარულაძე. ზოგიერთი ჯერმენტის
აქტიუობის დინამიკა ერთდროიან-მრავალტაროიან სიპინდში 92

მ. ცხადაია, მ. ნადირაძე, ლ. თვაუტი. ანილაზების (ა, ბ) აქტიუობის
დინამიკა მრავალტაროიან-მრავალტაროიან სიპინდში 97

ლ. კაკუშაძე, დ. ანგლელიანი. სოიას ლეგუმის ქლოროფლასტების ულტრას-
ტრუქტურა 102



მ. კოსტავა. ინვერტაზისა და კატალაზის აქტივობა შთა-მდგლას ნიადაგში	106
ა. ერქომაიშვილი. პალდოს (საგარეგოს რაიონი) ხელოვნური წყალსატევის სა- ნაპირო მცენარეულობის მიმოხილვა	109
ე. ტეპლიცკი, რ. ხოშტიკი, რ. გახოკიძე. კომპარაციული პრო- ტესების მორფოლოგიური ნექანიზმის შესახებ ბიოლოგიურ შემზრანებში ფუნქციო- ნალური მდგომარეობის ცვლილებისას	118

მეცნიერების ისტორია

ბ. ქორდანიას. ორნითოლოგიური გამოკვლევების ისტორია საქართველოში	120
ქრონიკა	126
გარდაცვლილ მეცნიერთა გახსენება	
ქ. ცხაკაია	131
მ. სახოგია	136



СОДЕРЖАНИЕ

Леван Леванович Натадзе 5

Химия

Г. Супаташвили, Л. Шармашвили, Ж. Гурджия, Г. Асамбадзе. Экстракционно-фотометрическое определение свинца литизином в объектах окружающей среды 9

К. Григалашвили, О. Манжгаладзе, Э. Чачуа, К. Базирашвили. Изучение комплексов гафния с 1/2-пиридилаво-резорцином с целью их применения в аналитической химии 18

А. Ногаидели, Э. Табидзе, Ш. Пичхадзе, Е. Грдзелишвили, Е. Дадивадзе. Применение умягчённой воды в процессе кокономотания 22

М. Гвердцители. Теоретическое исследование реакций переноса протона между нитрометаном и некоторыми карбоновыми кислотами 26

М. Корнилов, М. Гвердцители, Г. Гамзияни. Классификация и перечисление алканов 29

Р. Гахокидзе, А. Кандаваки. К вопросу влияния дезоксиальдоновых кислот на укоренение черенков древесных растений 34

Э. Чикваидзе. Расчёт параметров электроиной структуры свободного радикала $CH_2=N$ 38

М. И. Гвердцители, В. А. Кацитадзе. Теоретическое исследование реакций переноса протона между псевдоизоцианином и некоторыми органическими кислотами 41

Биология

Р. Хомерики. Об одном эксперименте определения биологического признака 45

Н. Васильева-Вашакмадзе. Динамическая модель работы саркомера 48

М. Царцидзе, Б. Ломсадзе. КР-спектроскопия, как метод изучения структуры биологических мембран 54

М. Гегечкори, М. Шенгелия, М. Царцидзе, Б. Ломсадзе. Изучение связи между функцией и жидко-кристаллическим состоянием мембран пероксисом 64

Т. Дарчия, Г. Давитая, М. Царцидзе, Б. Ломсадзе. О двухфазном характере действия полициклических углеводов на активность лизосомальных ферментов 68

О. Джишкариани, Т. Лурсманашвили, М. Царцидзе, М. Шенгелия, В. Ломсадзе. О количественных изменениях фосфолипидов при злокачественном росте 75

В. Кеня. Методические приёмы, используемые для изучения взаимозависимого поведения высших позвоночных животных 82

Е. Цхадая, М. Надирадзе, Ц. Сихарулидзе. Динамика активности некоторых ферментов в одностеблево-многопочатковой кукурузе 96

Е. Цхадая, М. Надирадзе, Л. Тваури. Динамика активности амилаз (α , β) в многостеблево-многопочатковой кукурузе 101

Л. Какушадзе, Д. Ахвледиани. Ультраструктура хлоропласта семян **доли сои** 104



М. Костава, Активность инвертазы и каталазы в горно-луговой полове	108
А. Еркочийшвили, Прибрежная растительность водохранилища Палдо (Сагареджойский район)	112
Э. Ш. Теплицкий, Р. В. Хомерики, Р. А. Гахсквдзе. О молекулярном механизме кооперативных процессов при изменении функционального состояния биологических мембран	114

История науки

Р. Жордания, История орнитологических исследований в Грузии	120
Хроника	126

Потери науки

Кс. Е. Цхакая	131
М. Ф. Сахокия	136



CONTENTS

L. Natadze 5

Chemistry

G. Supatashvili, L. Sharmiashvili, Zh. Gurjia, G. Asambadze. Extractive-photometric determination of Lead with the aid of Dithizone in Environmental Objects 17
K. Grigalashvili, O. Manjgaladze, E. Chachua, K. Baziera-shvili. Study of Complexes of Hafnium with 1-(2-Pyridilazo)-Resorcinol for the Purpose of Their Application in Analytic Chemistry 21

A. Nogaideli, Z. Tabidze, Sh. Pichkhadze, E. Grdzeliashvili. E. Dadivadze. Use of Softened Water in the Reeling Process 25

M. Gverdtsiteli. Theoretical Investigation of the Reactions of Proton transfer between Nitromethane and some Carbon Acids 28

M. Kornilov, M. Gverdtsiteli, G. Gamziani. Classification and Enumeration of Alkanes 33

R. Gakhokidze, A. Kandelaki. Studies of the Influence of Deoxy aldonic Acids on the Root Formation of Branch Cuttings of Woody Plants 37

E. Chikvaidze. Calculation of the Electron Structure Parameters of the Free Radical H₂C-N 40

M. I. Gverdtsiteli, V. A. Katsitadze. Theoretical study of the reactions of proton transfer between pseudoisocyanin and some organic acids 44

Biology

R. Khomeriki. On one experiment of Determining Biological characteristics 47

N. Vasilieva-Vashakmadze. Dynamic Model of Sarcomere Work 58

M. Tsartsidze, B. Lomsadze. Raman Spectroscopy as a Method of Investigation of the Structure of Biological Membranes 63

M. Gegechkori, M. Shengelia, M. Tsartsidze, B. Lomsadze. Study of the Relationship between the Function and the Fluid Crystal state of Peroxisomal Membranes 67

T. Darchia, G. Davitaia, M. Tsartsidze, B. Lomsadze. On the Two-phase Pattern of the Action of Polycyclic Hydrocarbons on the Activity of lysosomal enzymes 74

O. Djishkariani, T. Lursmanashvili, M. Tsartsidze, M. Shengelia, N. Lomsadze. Quantitative Changes of Phospholipids during the Growth of Tumourbearing Tissue 81

V. Kenia. Techniques Used in the Study of Interdependent Behaviour in Higher vertebrates 91

E. Tskhadiaia, M. Nadiradze, T. Sikharulidze. The dynamics of the Activity of some enzymes in Single-stemmed Multicorneob Maize 96

E. Tskhadiaia, M. Nadiradze, L. Tvauri. The dynamics of amylase (α,β) activity in multistemmed multicorneob Maize 101

L. Kakushadze, D. Akhvlediani. The Ultrastructure of the Cotyledon Chloroplasts of Soy-bean 105



M. Kostava. The Activity of Invertase and Catalase in Mountain-Meadow Soil	108
A. Erkomashvili. Coastal Vegetation of the "Paldo" Reservoir	113
E. Teplitski, R. Khomeriki, R. Gakhokidze, About the Molecular Mechanism of co-operative processes at the Alteration of Functional state of Biological Membranes	119

History of science

R. Zbordania. History of Ornithological Research in Georgia (Caucasus)	120
Chronicle	126

Obituaries

K. Ckhakaia	131
M. Sakhokia	136

გამომცემლობის რედაქტორი მ. ჩხაიძე
ტექნიკური რედაქტორი ფ. ბუღალაშვილი
კორექტორები: ე. თოფჩიაშვილი, შ. ქარსელაძე

გადაეცა წარმოებას 31.08.83 ბელზოწერილია დასაბუქდად 27.11.84.

ფე 04199 საბუქლი ქალაქი № 70×103¹/₁₆ პირობითი ნაბუქლი
თაბახი 12,6. სააღრ.-საგანმმც. თაბახი 1049

ტირაჟი 300 შუქუეთის № 1076

ფასი 1 მან. 10 კაპ.

თბილისი, უნივერსიტეტის გამომცემლობა,
თბილისი, 380028, ი. ჭავჭავაძის პროსუქტი, 14.
Издательство Тбилисского университета,
Тбилиси, 380028, пр. И. Чавчавадзе, 14.

თბილისის უნივერსიტეტის სტაბა,
თბილისი, 380028. ი. ჭავჭავაძის პროსუქტი, 1.
Типография Тбилисского университета,
Тбилиси, 380028, пр. И. Чавчавадзе, 1.