

## კოფეინის მიღების ახალი მეთოდი

### რ. მელქაძე, პ. დოლიძე, რ. კენკიშვილი

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ჩაის მასალისაგან „მშრალი“ ექსტრაქციის გზით კოფეინის მიღების ლაბორატორიული ექსპერიმენტების შედეგები და კოფეინის ანალიზის ექსპრეს-მეთოდი. აღნიშნულია, რომ კოფეინის მშრალი გამოხდა ტექნოლოგიურად იაფი და მარტივად განსახორციელებელი მეთოდია ნებისმიერი მცირე და საშუალო სიმძლავრის საწარმოების პირობებში.

**საკვანძო სიტყვები:** ჩაი; „მშრალი“ ექსტრაქცია; კოფეინი; განსაზღვრის მეთოდი.

### შესავალი

სხვადასხვა ფარმაკოლოგიური მოქმედების მრავალრიცხოვან მცენარეულ ბიოაქტიურ კომპლექსსა და ცალკეულ ნივთიერებებს შორის მნიშვნელოვანია ალკალიდები, ხოლო მათ შორის უდავოა პურინის ჯგუფის ნაერთები, რომელთა უმთავრესი წარმომადგენელია კოფეინი (1, 3, 7-ტრიმეთილქსანტინი).

კოფეინი წარმოადგენს მძლავრ ბუნებრივ სტიმულატორს, რომელიც გამოიყენება ორგანიზმის გამძლეობის ასამაღლებლად და ფიზიკური ძალების გასაძლიერებლად. იგი განეკუთვნება ნოტროპულ ნივთიერებათა კლასს, რადგანაც იწვევს ნეირონების მგრძობიარობის გაზრდას და, ამდენად, გონებრივი შესაძლებლობების სტიმულირებას.

კოფეინის სისტემატური მოხმარებისას მცირდება ალცჰაიმერის დაავადების, ციროზისა და ღვიძლის კიბოს განვითარების რისკი. მისი მოქმედების ძირითადი მექანიზმი ადენოზინის რეცეპტორების მიმართ ანტაგონიზმია. ამ უკანასკნელს ახასიათებს სელატიური მოქმედება და მოდუნება, რაც განპირობებულია თავის ტვინის არეში განლაგებული რეცეპტორებით. კოფეინი ახდენს ადენოზინის მოქმედების ინჰიბირებას, ხელს უწყობს ადამიანის ყურადღების კონცენტრირებას, აფხიზლებს და მხნეობას მატებს მას. ამასთან, აძლიერებს დოფამინის, სეროტონინის, აცეტილქოლინის და ადრენალინის მოქმედებას.

კოფეინი მსოფლიოში ყველაზე უფრო მოხმარებადი ფსიქოაქტიური ნივთიერებაა, რომელიც სხვა მსგავსი ნივთიერებებისაგან განსხვავებით კანონით დაშვებულია მსოფლიოს თითქმის ყველა ქვეყანაში. ჩაი, ყავა და სხვა კოფეინშემცველი გამამხნეველი და ენერგეტიკული სასმელები მომხმარებელთა შორის ფართო პოპულარობით სარგებლობს.

კოფეინის მსოფლიო წარმოება აღწევს 120 ათას ტ-ს წელიწადში. საშუალოდ კოფეინის წარმოების აღნიშნული რაოდენობა შეადგენს დღეში ერთ ულუფა კოფეინიან სასმელს ერთ ადამიანზე. კოფეინის ძირითადი ბუნებრივი წყაროებიდან აღსანიშნავია ჩაი, ყავა, კაკაო, პარაგვაის ჩაის მცენარე (*Ilex paraguagensis*), კოლა, *Paulinia cupana*, გუარანა, ფირმიანა და სხვ. [1–3].

ჩაის რესურსი საქართველოში საკმაოდ რაოდენობითაა, რაც შესაძლებლობას იძლევა კოფეინით დაკმაყოფილდეს არა მარტო ადგილობრივი ფარმაცევტული და კვების მრეწველობის მოთხოვნები, არამედ ექსპორტის საგანიც გახდეს შესაბამისი საწარმოს ორგანიზებისას დიდ-ფაბრიკური ტექნოლოგიისა და ტექნიკური საშუალებების გამოყენების საფუძველზე.

სამრეწველო პირობებში კოფეინი მიიღება ორი მეთოდით: ქიმიური ნახევარსინთეზის ან სრული სინთეზის გზით შარდმჟავასაგან, ფრინველთა ექსკრემენტისაგან და ბუნებრივი გზით – მცენარეული ნედლეულისაგან.

უნდა აღინიშნოს, რომ ქიმიური გზით მიღებული კოფეინი ბიოლოგიური აქტიურობით ბევრად ჩამორჩება ბუნებრივს. ამის გამო მოთხოვნილება ბუნებრივ კოფეინზე მთელ მსოფლიოში სულ უფრო იზრდება.

მცენარეული ნედლეულისაგან ბუნებრივი კოფეინი მიიღება ექსტრაქციის მეთოდით.

ექსტრაქციის პროცესი მოიცავს სამ მიმდევრობით სტადიას:

- კოფეინშემცველი ნედლეულის შერევას ექსტრაგენტთან;
- წარმოქმნილი ორი ფაზის მექანიკურ განცალკევებას;
- ექსტრაგენტის მოცილებას ორივე ფაზისაგან და მის რეგენერაციას ხელმეორედ გამოყენების მიზნით.

მექანიკური განცალკევების შემდეგ მიიღება გამონაწველი ნივთიერებების ექსტრაქტი და საწყისი ხსნარი (რაფინატი) ან მყარი ნივთიერება. ექსტრაქტისაგან ექსტრაჰირებული ნივთიერების გამოყოფა და ერთდროულად ექსტრაგენტის რეგენერაცია ხდება დისტილაციით, აორთქლებით, კრისტალიზაციით, დამლაშებით ან სხვა მეთოდით.

კოფეინის გამოსაწველიად ექსტრაგენტად იყენებენ ცხელ ეთილის სპირტს. სპირტის შემდგომი აორთქლებით მიღებული კონცენტრატის წყალში გახსნით და ქლოროფორმით ექსტრაქციისას მიიღება კოფეინი ორგანულ ფაზაში.

აღნიშნულ მეთოდს მთელი რიგი ნაკლი აქვს, კერძოდ, მაღალტოქსიკური გამხსნელების გამოყენების გამო იგი ეკოლოგიაზე უარყოფითად ზემოქმედებს; ამასთან, მიზნობრივი პროდუქტის გამოსავლიანობა საკმაოდ დაბალია (მცენარეულ ნედლეულში მისი შემცველობის 18–20 %).

ამ ნაკლოვანებათა გამოსწორების მიზნით ჩვენ მიერ შექმნილია ბუნებრივი კოფეინის მიღების არსებითად ახალი მეთოდი – კოფეინშემცველი მასალის მშრალი ექსტრაჰირება (სუბლიმირება). გარდა ამისა, არანაკლებ მნიშვნელოვანია კოფეინის სწრაფი და სრულყოფილი კონტროლის მეთოდის შემუშავება „ნედლეული – მზა პროდუქცია“ მთლიან ციკლში.

კოფეინის რაოდენობრივი შემცველობის განსაზღვრის ამჟამად არსებული მეთოდი [4–10] ძალიან შრომატევადია, ხანგრძლივი (განსაზღვრის საერთო ხანგრძლივობა შეადგენს 72 სთ-ს) და, ხშირ შემთხვევაში, სუბიექტური. მის შესაცვლელად ჩვენ მიერ შემუშავდა კოფეინის განსაზღვრის სპექტროსკოპიული მეთოდი.

ქვემოთ წარმოდგენილია საძიებო სამუშაოების შედეგები, რომლებიც მიღებულია კონტაქტური ექსტრაქციის მეთოდით კოფეინის გამოწველივისას. ამ მიზნით გამოყენებულ იქნა ლაბორატორიული დანადგარი და ჩვენ მიერ შემუშავებული კოფეინის განსაზღვრის ექსპრეს-მეთოდი.

## ძირითადი ნაწილი

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ჩაის მასალა (შავი და მწვანე ჩაის წარმოების ნარჩენები, ჩაის მტვერი, ღეროები, „ფორფიტები“, ჩაის ბუჩქის განასხლავი).

კოფეინის შემცველობის საკონტროლო განსაზღვრისას კონტროლი ხორციელდებოდა GOCT 19885-74-ის მიხედვით, საცდელ ვარიანტად ვიყენებდით სფ-10 ტიპის სპექტროფოტომეტრს.

ექსპერიმენტებს ვატარებდით ჩვენ მიერ დამზადებულ მშრალი ექსტრაჰირების ლაბორატორიულ დანადგარზე.

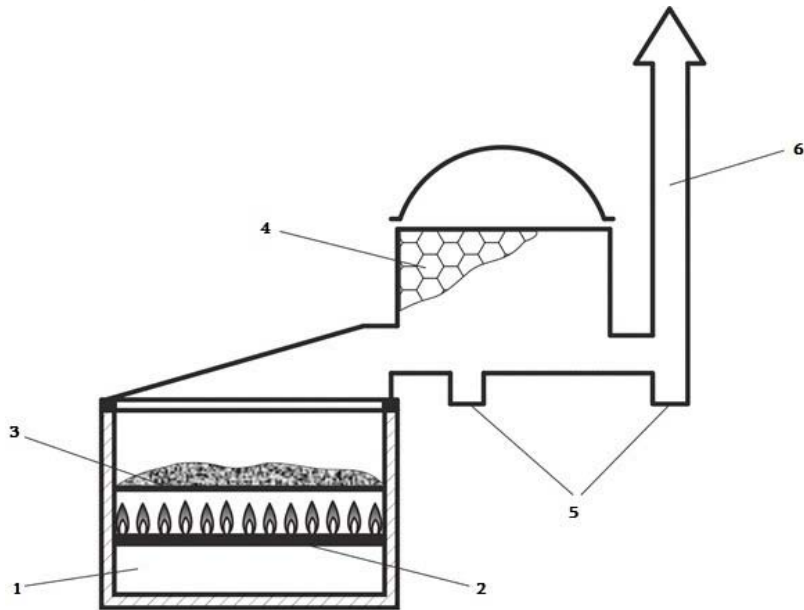
კოფეინის „აალებისათვის“ დამზადდა სპეციალური ლაბორატორიული დანადგარი, რომლის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია 1-ლ ნახ-ზე.

ცდებისათვის წინასწარ ვამზადებდით ნარეგებს 80–85 % ჩაის წარმოების ნარჩენებისა და 5–20 % პლანტაციების განასხლავი მასალისაგან.

ჩაის მასალის დაბალი თბოგამტარობის გამო თანაბარი ვაცხელებისათვის საჭირო იყო 1,5-ჯერ მეტი მასის მდინარის სილის დამატება. მასალას ვაცხელებდით 24 სთ-ის განმავლობაში მიმღებში 110–120 °C ტემპერატურაზე. აალებული კოფეინი მშრალი გამოხდის პროდუქტებთან და

წელის ორთქლთან ერთად გადადიოდა მიმღებ კამერაში, სადაც იგი კრისტალების სახით ილექებოდა უჟანგავი ფოლადის ბადეზე. სხვა აირები მეორე განყოფილების გავლით ხვდებოდა საკვამლე მილში.

ცდის შედეგები წარმოდგენილია 1-ლ ცხრილში.



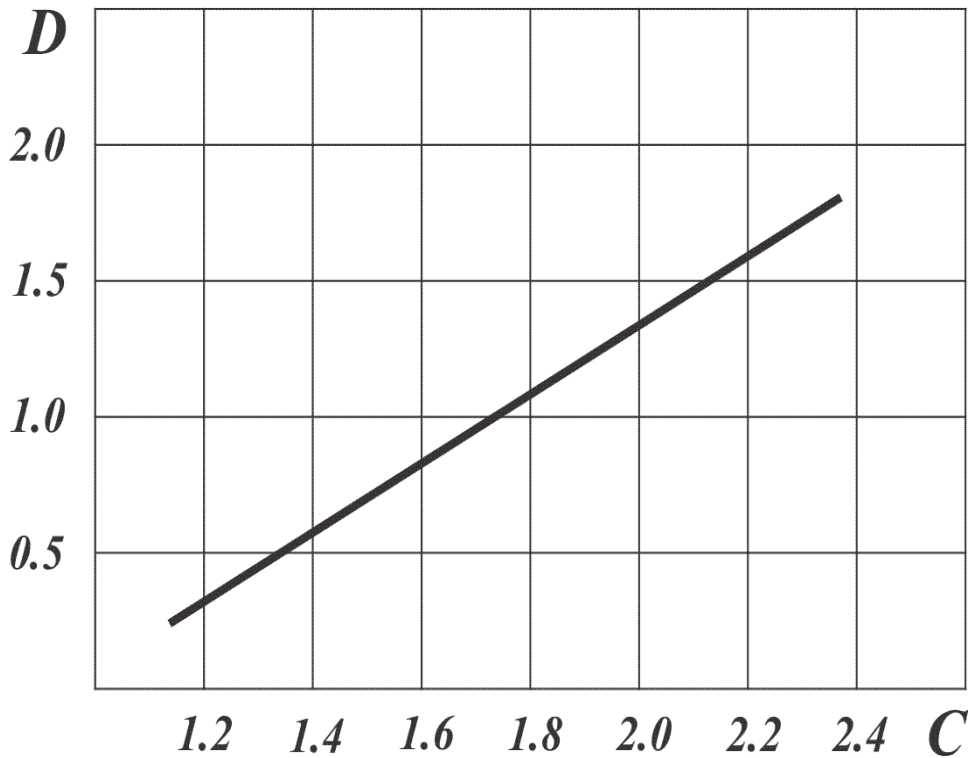
ნახ. 1. კოფეინის აალების ლაბორატორიული დანადგარი: 1 – წვის კამერა; 2 – საცეცხლური; 3 – ჩაის მასალის და სილის ნარევი; 4 – კოფეინის მიმღები; 5 – ფისის შემკრები; 6 – საკვამლე მილი

ცხრილი 1

ჩაის სხვადასხვა ნაწილისაგან კოფეინის გამოსხის შედეგები

	ნარევის შედეგნილობა		გამოსხის დრო, სთ	ტემპერატურა მიმღებში, °C	კოფეინის შემცველობა საწყის მასალაში, % მშრალ ნივთიერებაზე	კოფეინის გამოსავალი	
	მასალის დასახელება	რაოდენობა, გ				გ	%
მწვანე ჩაის ღეროები	მწვანე ჩაის ღეროები	480	2	100-110	1,30	2,55	16,0
	შავი ჩაის მტვერი	465			2,09		
შავი ჩაის ნარჩენები	შავი ჩაის ნარჩენები	500	6	110-120	1,68	3,00	21,6
	მწვანე ჩაის ნარჩენები	250			2,20		
მწვანე ჩაის ნარჩენები („ფირფიტები“)	მწვანე ჩაის ნარჩენები („ფირფიტები“)	600	13	100-110	1,56	4,49	30,2
	შავი ჩაის ნარჩენები (მონახვეტი, მტვერი)	250			2,20		
ჩაის პლანტაციის ნახსლავი მასალა	ჩაის პლანტაციის ნახსლავი მასალა	800	8	100-110	1,45	2,98	25,7

კოფეინის განსაზღვრის მეთოდის შესწავლისათვის აგებულ იქნა სუფთა კოფეინის ქლოროფორმში შთანთქმის მრუდი (4 მგ კოფეინი 100 მლ ქლოროფორმში). მეთოდი დაფუძნებულია კოფეინის ქლოროფორმში ექსტრაქციის უნარზე (ნახ. 2).



ნახ. 2. საკალიბრე მრუდი სუფთა კოფეინის ქლოროფორმში

ნედლეულად გამოყენებულ იქნა ჩაის მწვანე ფოთოლი, რომელშიც სტანდარტული მეთოდით ხდებოდა კოფეინის შემცველობის განსაზღვრა სფ-10 სპექტროფოტომეტრზე.

შედეგები წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

## ცხრილი 2

### კოფეინის განსაზღვრის მეთოდების შედარებითი მაჩვენებლები

№	წონაკის მშრალი წონა, გ	ოპტიკური სიმკვრივე, D	კოფეინის შემცველობა სფ-10-ის (სფ) მიხედვით, %	კოფეინის შემცველობა სტანდარტის (სტ) მიხედვით, %	შეფარდება სტ/სფ, %
1	0,90	1,61	2,04	2,05	100,4
2	0,90	1,67	2,60	2,26	109,7
3	0,90	1,04	1,59	1,99	125,1
4	0,91	1,81	2,10	1,78	84,7
5	0,93	1,84	1,85	2,01	108,8
6	0,92	1,62	1,98	1,85	79,7
7	0,91	1,74	2,05	1,79	87,3
X <sub>n</sub>	0,91	1,62	1,95	1,92	98,5

ამრიგად, მშრალი გამოხდისას უფრო მეტი კოფეინი მიიღება აქტიური აალების 13 სთ-ის ხანგრძლივობისას; ამასთან, კოფეინის მაქსიმალური გამოსავლიანობა შეადგენს ნედლეულში მისი საწყისი შემცველობის 30,2 %-ს.

კოფეინის განსაზღვრის სპექტროფოტომეტრიული მეთოდით მიღებული შედეგები მაღალი ხარისხით ემთხვევა სტანდარტული მეთოდის შედეგებს. ანალიზის ხანგრძლივობა სფ-10-ზე

შეადგენს 0,5 წთ-ს, ანუ განსაზღვრის სისწრაფე დამოკიდებულია მხოლოდ ექსტრაქტის მიღების დროზე ( 20–25 წთ).

### დასკვნა

ჩაისაგან ბუნებრივი კოფეინის სამრეწველო წარმოებას დიდი სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს. კოფეინის მიღების ახალი მეთოდი ყველაზე მარტივი და ეკონომიკურად სარგებელიანია.

კოფეინის განსაზღვრის სპექტროფოტომეტრიული მეთოდით შესაძლებელია ძალიან სწრაფად (25 წთ-ში 72 სთ-თან შედარებით) ჩატარდეს ანალიზი სარწმუნობის მაღალი ხარისხით.

ეს მეთოდი შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული სხვა კოფეინშემცველი მცენარეული ნედლეულისა და პროდუქტის (ჩაის ფუძეზე დამზადებული უაღკოპოლო სასმელები, ენერგეტიკული სასმელები, ტონიკები და ა.შ.) ანალიზისას.

### ლიტერატურა–REFERENCES–ЛИТЕРАТУРА

1. Орехов А. П. Химия алкалоидов. 2-ое издание, М.: АН СССР, 1955.- 859 с.
2. Фармацевтическая химия. Учебное пособие в 2 ч. (В. Г. Беликов) 4-е изд., перераб. и доп. М.: МЕД пресс-информ, 2007.- 624 с.
3. Харкевич Д. А. Фармакология. Учебник. 9-е изд., перераб., испр. и доп. М.: ГЭОТАР -Медицина, 2006.- 256 с.
4. ГОСТ 19885-74. Чай. Методы определения содержания танина и кофеина. М.: Изд. стандартов, 1975.
5. Беликов В. Г. Учебное пособие по фармацевтической химии. М.: Медицина, 1979.-398 с.
6. Коробкина З. В. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров. М.: Колос, 2003.
7. Рабинович В. А., Хавин З. Я. Краткий химический справочник. Л.: Химия, 1977.-153 с.
8. Справочник товароведа продовольственных товаров. Т.1, М.: Чай,1987.
9. Харкевич Д. А. Фармакология. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1987.-560 с.
10. <http://medicinform.net/>

### A NEW METHOD OF OBTAINING CAFFEINE

**R. Melkadze, P. Dolidze, R. Kenkishvili**

(R.Dvali Institute of Machine Mechanics)

**Resume:** There are described the results of laboratory experiments designed to produce caffeine from tea material by "dry" extraction of raw materials and the express-method for the analysis of caffeine.

It is shown that, the method of dry sublimation of caffeine is technologically cheap and easy to implement in terms of any enterprise small and medium power.

**Key words:** tea; "dry" extraction; caffeine; method of determination.

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### НОВЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ КОФЕИНА

**Мелкадзе Р. Г., Долидзе П. Т., Кенкишвили Р. А.**

(Институт механики машин им. Р. Двали)

**Резюме:** Рассмотрены результаты лабораторных экспериментов по получению кофеина из чайного материала путем «сухого» экстрагирования сырья и экспресс-метод анализа кофеина.

Показано, что метод сухой возгонки кофеина является технологически дешевым и легко осуществимым в условиях любого предприятия малой и средней мощности.

**Ключевые слова:** чай; „сухая“ экстракция; кофеин; метод определения.