

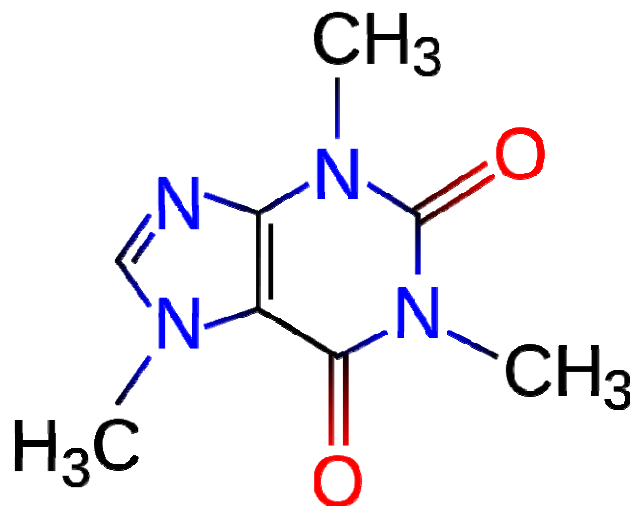
ჩაისაგან კოფეინის გამოყოფა და მიღებული ნიმუშების იდენტიფიკაცია
რევაზ მელქაძე, პაატა დოლიძე, რომან კენკიშვილი, რევაზ დემეტრაშვილი
 (რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: წარმოდგენილია კოფეინის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები და მისი სამრეწველო მიღება სინთეზის გზით. აღწერილია ჩაის მასალისაგან კოფეინის გამოყოფისათვის საჭირო აპარატურა და რეაქტივები, ექსპერიმენტის ჩატარების პირობები, თანმიმდევრობა და მიღებული ნიმუშების იდენტიფიკაციის მეთოდები.

საკვანძო სიტყვები: კოფეინი; კოფეინის გამოყოფა და იდენტიფიკაცია; ჩაი.

შესავალი

კოფეინი პურინის რიგის ალკალოიდია. მისი ემპირიული ფორმულაა $C_8H_{10}N_4O_2$, მოლეკულური მასა – 194,19 გ/მოლი, სიმკვრივე – 1,23 გ/სმ³, ლღობის ტემპერატურა – 234 °C, სუბლიმაციის ტემპერატურა – 180 °C.



კოფეინი (1,3,7-ტრიმეთილქსანტინი)

კოფეინი მწარე გემოს, უსუნო, თეთრი ფერის ნემსისებრი კრისტალები ან თეთრი კრისტალური ფხვნილია (ნახ. 1). კარგად იხსნება ქლოროფორმსა და ცხელ წყალში (1 : 2), ცუდად – ცივ წყალსა (1:60) და ეთანოლში (1 : 50) [1–5].



ნახ. 1. კოფეინის თეთრი კრისტალური ფხვნილი

ბუნებრივ კოფეინს წინათ ჩაის მტკრის ან ყავის მარცვლების მოხალვისას წარმოქმნილი ნარჩენისგან ღებულობდნენ, მაგრამ დღეისათვის მისი მიღება უშუალოდ ყავის მარცვლების ბენზოლით დამუშავების გზით ხდება.

ჩაის მტკრისაგან კოფეინის გამოყოფის მეთოდი ითვალისწინებს მასალის კირთან შერევას (1 : 0,5) მასური თანაფარდობით, ნარევის ქლოროფორმით ან ტოლუოლით ექსტრაქციას, გამხსნელის მოშორებას და კოფეინის გამოკრისტალებას.

ექსტრაქცია შესაძლებელია ცხელი წყლითაც. ამისათვის წყლიან გამონაწველილს ამატებენ ძმარმუავა ტყვიას, გამონალექს ფილტრავენ და ტყვიას აშორებენ გოგირდწყალბადით. შემდეგ ხსნარს ადუღებენ ჭარბი H_2S -ის მოსაცილებლად, ისევ ფილტრავენ და ასქელებენ გარკვეულ სისქემდე. გაცივებისას კოფეინი გამოკრისტალდება, მაგრამ ამ მეთოდით მიღებული პროდუქტი ორგანული გამხსნელებით მიღებულთან შედარებით უსუფთაოა და საჭირო ხდება მისი ცხელ წყალში ან ქლოროფორმში განმეორებით გახსნა, ნახშირით დამუშავება, გაფილტვრა და ფილტრატის დაკრისტალება.

აღსანიშნავია, რომ მხოლოდ ბუნებრივი კოფეინით ბაზრის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება (120 ათას ტ-ზე მეტი წელიწადში) დღეისათვის შეუძლებელია. ამიტომ მის მისაღებად ფართოდ იყენებენ სინთეზურ მეთოდებს. ასეთი მეთოდი კი რამდენიმეა. მათგან საუკეთესოა ფიშერის მეთოდი, რომელიც კოფეინის დამზადებას გულისხმობს შარდოვანასაგან. შარდის მუავასაგან კოფეინის მიღება ძალზე მარტივია: შარდოვანას შენჯღრევისას იოდის მეთილის წყალტუტის ხსნარში წყალბადის ოთხივე იონს ჩაენაცვლება შარდოვანას მოლეკულების მეთილის ჯგუფები და წარმოქმნის ტეტრამეთილშარდოვანას მუავას. ეს მუავა ფოსფორის ქლორუანგით გაცხელებისას გადადის ქლორკოფეინში. მიღებული ქლორკოფეინი აღდგენისას იძლევა კოფეინს.

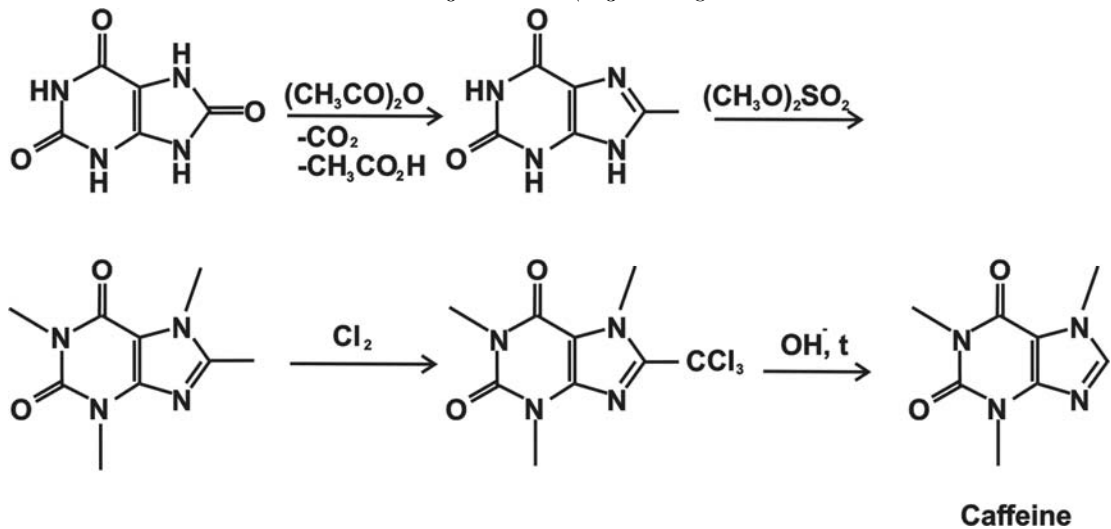
შარდმუავა პირველად აღმოჩენილ იქნა ა. ფურკრუას (Fourcroy) და ლ. ვოკლენის (Voquelin) მიერ ფრინველთა ექსკრემენტში (გუანო). შემდეგ იგი წარმატებით შეცვალა კოფეინის მიღების ახალმა წყარომ – გუანინმა ($C_5H_5N_5O_2$), რომელსაც დიდი რაოდენობით შეიცავს თევზის ქერცლის ჰიდროლიზის პროდუქტები.

კოფეინის გუანინიდან სინთეზის მეთოდი შედგება შემდეგი სტადიებისაგან: გუანინსულფატი მწვავე ორთქლით შეჰყავთ გოგირდმუავას წყალხსნარში (წყალი გუანინზე 14–15-ჯერ მეტი უნდა იყოს). ამის შემდეგ შეჰყავთ 2-ჯერ მეტი აზოტმუავა ნატრიუმის წყალხსნარი (დაახლოებით 40 %-იანი). კარგად არევის შემდეგ დაახლოებით $80^{\circ}C$ ტემპერატურაზე

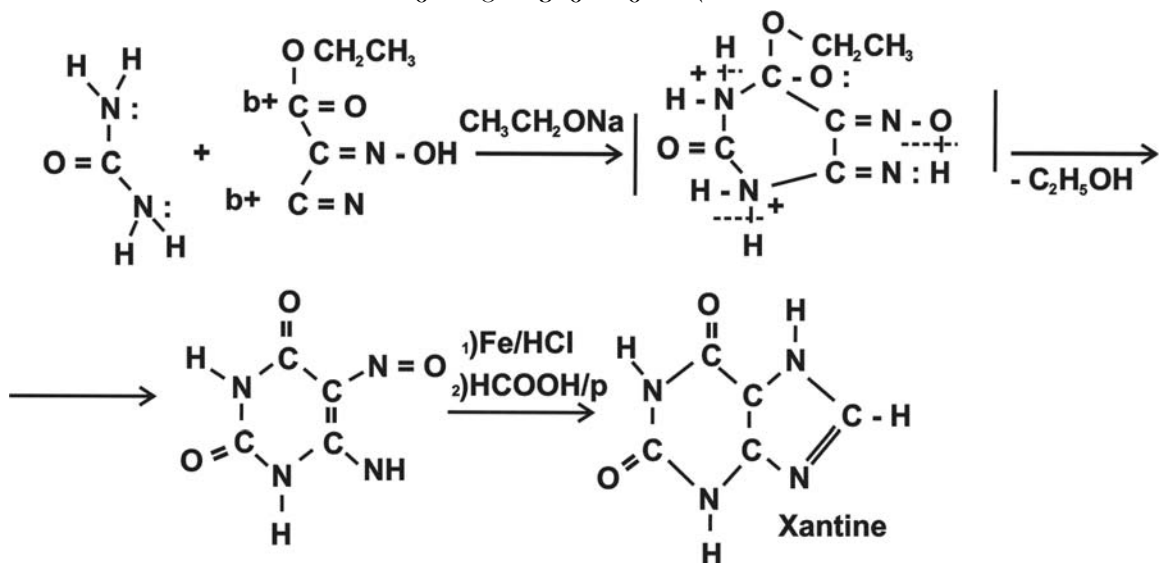
30–45 °C-ის გავლის შემდეგ დაღეჟვას იწყებს ქსანთინი, რომელსაც გარეცხავენ წყლით და აშრობენ. შემდეგ ხდება მიღებული ქსანთინის მეთილირება, რისთვისაც მას ხსნიან ჭარბი რაოდენობის განზავებულ ტუტეში, შემდეგ სარეაქციო ნარევს არა უმეტეს 30° C ტემპერატურაზე წვრილი ნაკადით ამატებენ ქსანთინის რაოდენობაზე 3-ჯერ მეტ დიმეთილსულფატს მუდმივი ტემპერატურის (30–35° C) პირობებში. დიმეთილსულფატის მთლიანად შერევის შემდეგ ხსნარს კიდევ ურევენ 1 სთ-ის განმავლობაში, სარეაქციო ნარევს ფილტრავენ და ღებულობენ კოფეინის პირველ ულუფას. აორთქლების შემდეგ გამოყოფენ კოფეინის მეორე ულუფას. დარჩენილ დედოს ისევ ააორთქლებენ და სპირტის დამატებით გამოლექავენ ნატრიუმის მეთილგოგირდმუავას, ხოლო სპირტული ფილტრატისაგან სპირტის მოცილების შემდეგ გამოაკრისტალებენ კოფეინის მესამე ულუფას. მიღებულ ულუფებს ჯერ ასუფთაებენ თხევადი ნახშირით, შემდეგ უმატებენ მცირე რაოდენობით გოგირდმუავას და გამოაკრისტალებენ.

ქვემოთ ნაჩვენებია კოფეინის სამრეწველო სინთეზის მეთოდები შარდოვანასაგან და ტრაუბეს მიხედვით [6–10].

სინთეზი შარდოვანასაგან



სინთეზი ტრაუბეს მეთოდით



ძირითადი ნაწილი

პრაქტიკული თვალსაზრისით, ჩვენთვის საინტერესო იყო ბუნებრივი კოფეინის მიღებისა და მისი იდენტიფიკაციის საკითხები. ცდები ჩატარდა ლაბორატორიულ პირობებში.

ექსპერიმენტისათვის გამოყენებულ იქნა ნედლეული, რეაქტივები (50 გ ჩაის მტვერი, 25 გ მაგნიუმის ქანგი, 150 მლ ქლოროფორმი, 25 მლ მარილმჟავა, 25 მლ 5 %-იანი მწვავე ნატრიუმის ტუტე) და ლაბორატორიული აპარატურა – მრგვალძირიანი კოლბა, თერმომდეგი მინის ჭიქა, გამყოფი ძაბრი, ბუნხენის კოლბა, ბიუნხენის ძაბრი (ნახ. 2).



ნახ. 2. კოფეინის მისაღები ლაბორატორიული აპარატურა

ექსპერიმენტი ჩატარდა შემდეგი თანმიმდევრობით: ჯერ დავამზადეთ მაგნიუმის ქანგის რეაქტივი (25 გ + 150 მლ წყალი); როდინში ჩანაყილი ჩაის მტვერი მოვათავსეთ კოლბაში, დავამატეთ მაგნიუმის ქანგის რეაქტივი და 250 მლ წყალი. კოლბა დავდგით ელექტროქურახე და ვადუღეთ 15 წთ-ის განმავლობაში. მიღებული ხსნარი გავწურეთ მარლაში, დავუმატეთ 150 მლ წყალი და ისევ ავადუღეთ.

დეკანტირებული წყლიანი ხსნარი გავატარეთ ბამბის ტამპონში.

წყლის დანაწდომი შევამჯავეთ 25 მლ განზავებული მარილმჟავათი ნარევის pH-3-მდე და დავაკონცენტრირეთ საორთქლებელ ფინჯანში წყლის აბაზანის საწყისი მოცულობის 1/3-მდე.

ცხელი ხსნარი გავფილტრეთ ნაკეცებიან ფილტრში და 5-ჯერ მოვახდინეთ ექსტრაქცია ქლოროფორმით, რომლის ხარჯი თითოეული ექსტრაქციების დროს შეადგენდა 30 მლ-ს;

ქლოროფორმიანი დანაწდომი მოვაცილეთ ჯერ 25 მლ 5 %-იანი ტუტის ხსნარით, შემდეგ წყლით. გამხსნელი მოვაშორეთ როტორულ საორთქლებელს (ნახ. 3).



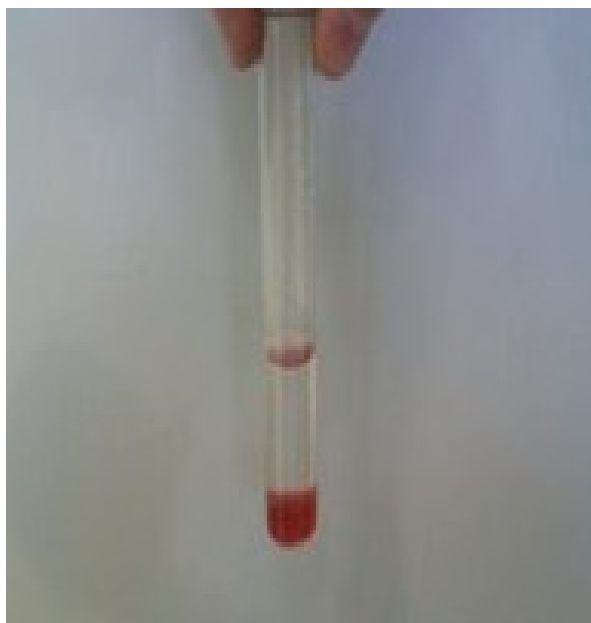
ნახ. 3. როტორული საორთქლებელი

კოფეინის დაკრისტალება განვახორციელებთ 8–10 მლ ცხელი წყლით, რის შედეგადაც მივიღებთ თეთრი, ნემსისებრი კრისტალები (ნახ. 4).



ნახ. 4. კოფეინის კრისტალები (x200)

მიღებული კრისტალები შევამოწმებთ თვისებრივად, რისთვისაც 1 მლ ქლოროფორმის დანაწდომს დაემატებოდა 10 წვეთი 0,1 N იოდის ხსნარი, რასაც არ გამოუწვევია არც ნალექის წარმოქმნა და არც სიმღვრივე. რამდენიმე წვეთი 8 %-იანი HCl-ის დამატებისას კი წარმოიქმნა შებურული ნალექი, რომელიც იხსნება ჭარბ ტუტეში (ნახ. 5).



ნახ. 5. კოფეინის შემოწმება თვისებრივად

დასკვნა

კოფეინის გამოყოფისა და იდენტიფიკაციის შემოთავაზებული ლაბორატორიული მეთოდი მარტივი და ადვილად განსახორციელებელია. იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კვებისა და ფარმაცევტული დარგების სტუდენტთა სწავლების პროცესში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Мелентьева Г. А., Антонова Л.А. Фармацевтическая химия. М., 1985.
2. Столяров Г. В. Лекарственные психозы и психотропические средства. М.,1964.
3. http://www.ic.omskreg.ru/nou/bibliog/metod88/3_14.html
4. http://www.nioch.nsc.ru/cafedra/2k_xim_m/hetero/purine.hm
5. <http://chemfiles.narod.ru/nature/cofein.html>
6. Мелкадзе Р., Долидзе П. Технический кофеин из чая и экспресс-метод его тестирования// Новация, №13, Кутаиси, 2014, с.190-195.
7. R. Melkadze, P. Dolidze. Method for producing caffeine from tea and express-method of its Testing // International journal of Applied research, 1(9), 2015, p. 822-824.
8. Мелкадзе Р. Экспресс-метод определения кофеина в растительном сырье и продуктах.VI Всероссийская конф. «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Тр.Алтайского Госуниверситета, Барнаул, РФ, 2014. с.154-156.
9. რ. მელქაძე, პ. დოლიძე, რ. კენკიშივილი. კოფეინის მიღების ახალი მეთოდი//მეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 3 (720), 2015, გვ. 39-43.
10. თ. ნატრიაშვილი, რ. მელქაძე, რ. დემეტრაშვილი. კოფეინის მიღების ტექნოლოგია და დანადგარი. საერთ. სამეცნ. კონფ. „ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიები სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარებისათვის“, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია, თბ., 2016, გვ. 592-594.

ALLOCATION AND IDENTIFYING CAFFEINE FROM TEA

R. Melkadze, P. Dolidze, R. Kenkishvili, R. Demetrashvili

(R. Dvali Institute of Machine Mechanic)

Resume: There are presented data on the physical-chemical properties of caffeine, synthetical pathways of its industrial production. There is described apparatus and reagents for isolation of caffeine from tea material, the conditions of the experiment and the sequence and methods of identification of the samples.

Key words: caffeine; selection and identification caffeine; tea.

БИОХИМИЯ

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИЦИРОВАНИЕ КОФЕИНА ИЗ ЧАЯ

Мелкадзе Р. Г., Долидзе П. Р., Кенкишвили Р. А., Деметрашвили Р. С.

(Институт механики машин им. Р. Двали)

Резюме. Представлены данные о физико-химических характеристиках кофеина и его промышленного получения путем синтеза. Описаны аппаратура и реактивы для выделения кофеина из чайного материала, условия и последовательность проведения эксперимента и методы идентификации полученных образцов.

Ключевые слова: выделение и идентификация кофеина; кофеин; чай.