

კოფეინის მიღების პიროლიზური საპილოტი დანადგარი

თეა კუჭუნძიე

(ავ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ჩაის მასალისაგან პიროლიზის მეთოდით კოფეინის მიღების ექსპერიმენტების შედეგები; მიღებულია ლაბორატორიული ნიმუშები, შემუშავებულია წარმოების ტექნოლოგიური სქემა და ოპტიმალური პარამეტრები.

საკვანძო სიტყვები: პიროლიზი; პლანტაციის განასხლავი; ტექნოლოგიური სქემა; ჩაი; წარმოების ნარჩენები.

შესავალი

დღეისათვის ცნობილია ბუნებრივი კოფეინის მიღების მრავალი მეთოდი – ტექნიკური გადაწყვეტა, რომელთა სიახლე დაცულია ინტელექტუალური საკუთრების შესაბამისი აქტით. მათგან ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანია ჩაისაგან, ჩაის მტვრისა და სხვა მასალისაგან კოფეინის გამოწვლილვის ხერხი ორგანული გამსხნელებით [1], რომელიც მოიცავს ორ ძირითად ეტაპს:

პირველ ეტაპზე საწყის მასალას (ჩაი, ჩაის მტვერი და ა.შ.) ამუშავებენ წყლით, შემდეგ გამოწვლილავენ. გამონაწვლილში კოფეინთან ერთად გადადის წყალში ხსნადი ყველა ნივთიერება (სათრიმლავი, საღებავი, ცილოვანი და ზოგიერთი ფისოვანი ნივთიერებაც). მინარევების მოცილების მიზნით, წყლიან გამონაწვლილს ამუშავებენ სხვადასხვა რეაგენტით, შემდეგ აორთქლებენ მცირე მოცულობამდე და გამოყოფენ ტექნიკურ კოფეინს გამოკრისტალებით ან ორგანული გამსხნელებით ექსტრაქციის გზით.

მეორე ეტაპზე საწყის მასალას ამუშავებენ უშუალოდ ორგანული გამსხნელებით (ქლოროფორმი, ბენზოლი და სხვ.). ამ დროს ხდება როგორც კოფეინის, ისე სხვა ორგანულ გამსხნელებში ხსნადი ნივთიერებების (ქლოროფილი, ცხიმები, ფისები, საღებავი ნაერთები) ექსტრაქცია, რომლის შემდგომი მოცილება ძირითადად ხორციელდება გამოკრისტალებით.

ადრე არსებული კოფეინისა და თეობრომინის გამოყოფის ხერხი ითვალისწინებს კოფეინის აღსორბირებას აქტივირებულ ნახშირზე და მის გამოყოფას ქლოროფორმით, დიქლორეთანით ან მათი ნარევით [2].

გამოგონების ავტორთა აზრით, ტექნიკური გადაწყვეტის დადებითი მხარეა ის, რომ გამოირიცხება წყლიანი ექსტრაქციების აორთქლება, რაც საშუალებას იძლევა მასალად გამოყენებულ იქნეს კოფეინის დაბალი შემცველობის ნედლეული და გამარტივდეს ფილტრაციის პროცესი.

ცნობილია კოფეინის ექსტრაქციის ხერხი, რომელიც ითვალისწინებს მცენარეული ნედლეულის გამონაწვლილზე დეემულგატორის, მაგალითად, უმაღლესი ალკილგოგირდის

მჟავას მარილის დამატებას [3]. ამ დროს არ წარმოიქმნება ემულსია, ამიტომ მცირდება ექსტრაქციის ხანგრძლივობა და მოხმარებული გამხსნელების ხარჯი, იზრდება კოფეინის გამოსავალი და მნიშვნელოვნად მარტივდება მისი გაწმენდა.

მეტად საინტერესოა ჩაის ფოთლისაგან კოფეინის, ფიტოლისა და C ვიტამინის ერთდროულად მიღების ტექნიკური გადაწყვეტა [4]. მისი არსია დაქუცმაცებული ჩაის ფოთლის დამუშავება ორგანული გამხსნელების ნარევით (97,5 % ქლოროფორმი და 2,5 % სპირტი ან 95 % დიქლორეთანი და 5 % სპირტი). გამხსნელების მოცემული შედგენილობა საშუალებას იძლევა განხორციელდეს კოფეინისა და ზეთების სრული ექსტრაქცია და თითქმის მთლიანად გამოიწვლილოს ქლოროფილი. ექსტრაქცია მიმდინარეობს 8–10 სთ-ის განმავლობაში 40–50 °C ტემპერატურაზე ინტენსიური მორევის პირობებში. ექსტრაქციის შედეგად მიღებული კოფეინიანი, ზეთიანი, ქლოროფილიანი და ფისოვანი ექსტრაქტი დამატებით მუშავდება სადისტილაციო ქვაბში, სადაც ხდება სპირტიანი ქლოროფორმის რეგენერაცია, ხოლო გამოსახდელ ქვაბში დამატებით კოფეინის, ქლოროფილის, ზეთისა და ფისების ნარჩენის თერმულად დამუშავება გამხსნელების ნარჩენების მოსაცილებლად სხვადასხვა ტემპერატურაზე ნარჩენში შემავალი ნივთიერებების ცალ-ცალკე გამოყოფისათვის.

ცნობილია აგრეთვე კოფეინის გაწმენდის ხერხი, რომელიც ითვალისწინებს კოფეინ-შემცველი წყლიანი ექსტრაქტისაგან გარკვეულ პირობებში კოფეინის მიღებას ექსტრაქტზე გოგირდმჟავასა და პოლიაკრილამიდის დამატებით [5].

საყურადღებოა ნედლი ყავისაგან კოფეინის გამოყოფის ხერხი, რომელიც ითვალისწინებს მასალის წინასწარ დატენიანებას და მის დამუშავებას თხევადი ნახშირორჟანგით კრიტიკულ ტემპერატურაზე დაბლა კოფეინის აღსორბენტზე შემდგომი დაწდომით [6].

საინტერესოა ასევე ჩაისა და ყავისაგან კოფეინის მიღების ხერხი, რომელიც ითვალისწინებს ნედლეულის დატენიანებას და მასში დატენიანებული ექსტრაგენტის დამატებას; ამასთან, ექსტრაგენტის სახით იყენებენ საფლორის, სოიის, სიმინდის, არაქისის ზეთებს, ყავის ცხიმს, ტრიოლენს ან ღორის გამდნარ ქონს [7].

არსებობს მცენარეული ნედლეულისაგან კოფეინის გამოწვლილვის რამდენიმე ხერხი: ერთია, როდესაც დეკოფეინიზაციის პროცესში გამოყენებული ცხიმის რეგენერაციას ახდენენ ცხიმის აპკზე აორთქლებით 150–250 °C-ზე და 15–0,1 მმ ვერცხლისწყლის წნევაზე 0,3–20 წთ-ის განმავლობაში, თანაც რეგენერაციის პროცესში ცხიმის აპკზე ატარებენ აირმატარებელს, უპირატესად ორთქლს [8].

მეორე ხერხი ითვალისწინებს გამხსნელის აირის მდგომარეობიდან თხევადში გადაყვანას და მიღებული თხევადი ხსნარით კოფეინის ექსტრაჰირებას ნედლეულის ფენაში მრავალჯერადი გატარებით; გარდა ამისა, კოფეინის გამხსნელისაგან მოცილებას. პროცესის ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით გამხსნელის თხევად მდგომარეობაში გადაყვანას ახდენენ მასში აცეტონის, პენტანის ან კოფეინის ზეთის შეყვანით [9].

არსებობს აგრეთვე წყლიანი ხსნარისაგან კოფეინის გამოწვლილვის ხერხი, რომელიც ითვალისწინებს ყავის მარცვლების ექსტრაჰირებული წყლიანი ნაყენის გააქტიურებული ნახშირით დამუშავებამდე ხსნარის განეიტრალებას მარილმჟავათი ან ნატრიუმის ჰიდროჟანგით ან ფოსფორმჟავათი დეიონიზებული წყლის შემდგომი ჩარეცხვით. ჩარეცხვა გრძელდება მანამ, სანამ ჩანარეცხი წყლის pH 6,0-ს არ მიაღწევს [10].

გასული საუკუნის 40–50-იან წლებში ბუნებრივ კოფეინს ღებულობდნენ ჩაის ნარჩენებისაგან. მის გამოწვლილვას ახდენდნენ წყლით ან ქლოროფორმით. მიღებულ ექსტრაქტს შეასქელებდნენ და წყალში წარმოქმნილ კოფეინის ფიფქებს განმეორებით გამოაკრისტალებდნენ [11–12].

უნდა აღინიშნოს, რომ ეს საწარმოო მეთოდი ტექნიკურად ძალზე რთული და შრომატევადია, ხასიათდება მიზნობრივი პროდუქტის დაბალი გამოსავლიანობით, ამასთან, ორგანული გამსხნელების გამოყენების გამო ეკოლოგიურად ჭუჭყიანი და უაღრესად არაეკონომიურია. ამიტომ გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან მისი სამრეწველო გამოყენება სრულიად შეწყდა და იგი მთლიანად ჩაანაცვლა კოფეინის მიღების იაფმა ნახევრად სინთეზისა და სრული სინთეზის მეთოდებმა [13].

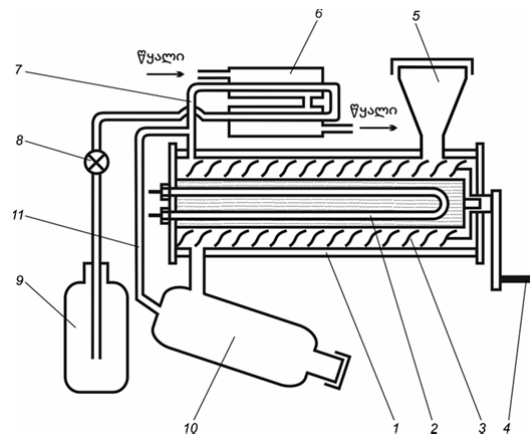
საჭიროა აღინიშნოს, რომ სინთეზის მეთოდით მიღებული კოფეინი ბიოლოგიური მოქმედების სპექტრით ბევრად ჩამოუვარდება მცენარისაგან მიღებულს. ამის შედეგად მოთხოვნილება ბუნებრივ კოფეინზე სულ უფრო იზრდება და მკვეთრად გამოხატულ დინამიკურ ხასიათს ატარებს, რაც დღის წესრიგში აყენებს ახალი ტექნიკური და ტექნოლოგიური გადაწყვეტების აუცილებლობას.

ძირითადი ნაწილი

რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის თბოენერგეტიკული დანადგარების განყოფილებაში შეიქმნა ჩაისაგან კოფეინის მიღების პიროლიზური საპილოტე დანადგარი პროცესის უწყვეტ რეჟიმში განხორციელების შესაძლებლობით. 1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილია აღნიშნული დანადგარის პრინციპული სქემა.

პიროლიზის პროცესი მიმდინარეობს უჟანგბადო არეში ნედლეულის სწრაფი გაცხელებით ზომიერ ტემპერატურამდე. კოფეინი ექსტრაჰირების დომინირებული პროდუქტია.

დანადგარი მუშაობს შემდეგი პრინციპით: მცენარეული ნედლეული (ჩაის გადამუშავების ნარჩენები და პლანტაციების განასხლავი მასალა) იტვირთება ნედლეულის მიმღებ ბუნკერში. ელექტროსახურებელი ცხელდება კოფეინის ექსტრაჰირების ტემპერატურულ ზღვრამდე (110–120 °C), რის შემდეგაც ხდება ნედლეულის ჩატვირთვა, ხოლო ცხელ არეში – ჩაისაგან კოფეინის გამოყოფა.



ნახ. 1. ჩაისაგან კოფეინის მიღების პიროლიზური დანადგარის სქემა: 1 – საექსტრაქციო კამერა; 2 – ელექტროსახურებელი; 3 – შნეკი; 4 – შნეკის ამძრავი სახელური; 5 – ნედლეულის მიმღები ბუნკერი; 6 – მაცივარი; 7 – ექსტრაჰირებული ნივთიერებების გამომყვანი მილი; 8 – ონკანი; 9 – ექსტრაჰირებული ნივთიერებების შემკრები ჭურჭელი; 10 – გადამუშავებული ნედლეულის გამოსატვირთვი ბუნკერი; 11 – ექსტრაჰირებული ნივთიერებების გამომყვან მილთან დამაკავშირებელი მილი

შნეკი ხელს უწყობს როგორც მიწოდებული ნედლეულის გადაადგილებასა და მორეკავს, ისე გადამუშავებული ნედლეულის გამოტვირთვას.

დამუშავებული ნედლეულის გამოტვირთვა ხდება ჰერმეტიულად დახურულ ბუნკერში. საექსტრაქციო კამერასა და მიმღებ ბუნკერში თავს იყრის გამოყოფილი ექსტრაქციული ნივთიერებები და მიეწოდება მაცივარს, საიდანაც სითხის სახით გროვდება ექსტრაქციული ნივთიერებების შემკრებ ჭურჭელში.

ექსპერიმენტების პირველ ნაწილში კოფეინის მისაღებ ნედლეულად გამოყენებულ იქნა დაბალი ხარისხის მწვანე ჩაის მასალა. შედეგები წარმოდგენილია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1

მწვანე ჩაისაგან კოფეინის მიღების ექსპერიმენტის შედეგები

ჩაის მასალა	რაოდენობა, გ	კოფეინის შემცველობა ნედლეულში, გ	ექსტრაქცია (პიროლიზი)		კოფეინის გამოსავალი	
			ტემპერატურა, °C	დრო, სთ	გ	%
დაბალი ხარისხის მწვანე ჩაი	680	13,60	120	6	10,60	77,94

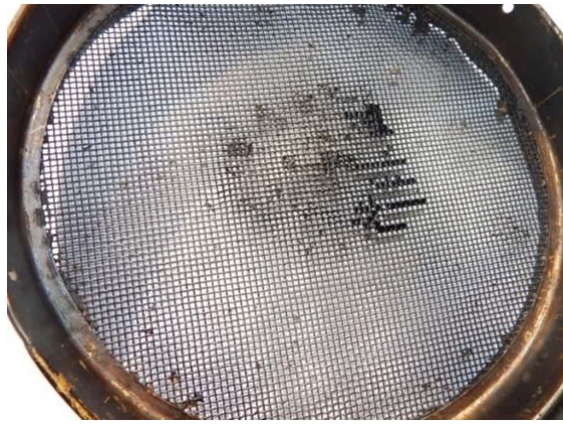
ექსპერიმენტების შემდეგ ნაწილში მოსინჯულ იქნა შავი და მწვანე ჩაის მტვერი და პლანტაციის განასხლავი (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

ჩაის მტვრისა და პლანტაციის განასხლავი მასალისგან კოფეინის მიღების ექსპერიმენტის შედეგები

ჩაის მასალა	რაოდენობა, გ	კოფეინის შემცველობა ნედლეულში, გ	ექსტრაქცია (პიროლიზი)		კოფეინის გამოსავალი	
			ტემპერატურა, °C	დრო, სთ	გ	%
მწვანე ჩაის მტვერი	850	17,85	115	6	15,87	88,90
შავი ჩაის მტვერი	700	16,42	115	6	14,03	85,45
პლანტაციის განასხლავი	1250	13,02	115	6	10,80	83,0

მე-2 ნახ-ზე წარმოდგენილია ჩაისაგან პიროლიზით მიღებული კოფეინის, ხოლო მე-3 ნახ-ზე – ჩაის ფისოვანი ნივთიერებების ნიმუშების ფოტოები.

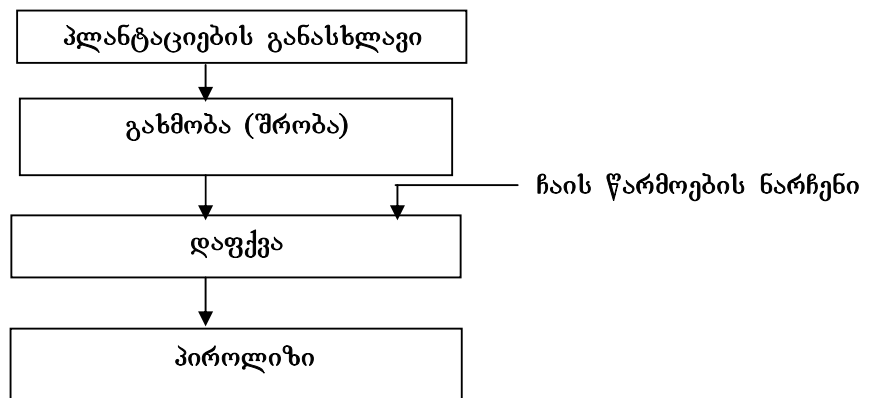


ნახ. 2. ჩაისაგან პიროლიზით მიღებული კოფეინი



ნახ. 3. ჩაის პიროლიზის დროს მიღებული ფისოვანი ნივთიერებები

ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა ცხადყო, რომ პიროლიზის დანადგარი უზრუნველყოფს ჩაის ნედლეულისაგან კოფეინის გამოსავლიანობის მაღალ მაჩვენებელს (78–89 %-ის ფარგლებში საწყის ნედლეულში მისი შემცველობიდან), რაც ეკონომიკურად მისაღები და ეფექტიანია. მიღებული შედეგების საფუძველზე შემუშავდა ბუნებრივი კოფეინის მიღების ტექნოლოგიური სქემა (ნახ. 4).



ნახ. 4. ჩაისაგან კოფეინის მიღების ტექნოლოგიური სქემა

დასკვნა

შემუშავებულია ჩაისაგან კოფეინის მიღების ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ითვალისწინებს ჩაის პლანტაციების განასხლავის შრობას 100–105 °C ტემპერატურაზე არაუმეტეს 8–10 % ნარჩენ ტენიანობამდე, გამშრალი ნედლეულისა და ჩაის წარმოების ნარჩენების დაფქვას და დაფქული მასალის პიროლიზს 110–115 °C ტემპერატურაზე 6 სთ-ის განმავლობაში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Рабинович П. Н., Придорогин Н. Л., Придорогин В. Л., Харитонов Н. А. Способ извлечения кофеина из чая, чайной пыли и т. п. органическим растворителем. АС СССР № 48313, 1936.
2. Измайлов Н. А., Безуглый В. Д., Мушинская С. Х., Шестенко Ю. В. Способ выделения кофеина и теобромина. АС СССР №85014, 1948.
3. Пляшкевич А. М, Смирнова М. Д., Устиашвили М. О., Зеленская Л. Г., Абаджиди И. И. Способ экстрагирования кофеина. АС СССР №107899, 1957.
4. Курсанов А. Л., Запрометов М. Н., Агапова Е. В., Березовский В. М, Потак Е. М., Охлопкова Н. И. Способ получения из чайного листа кофеина, фитола и витамина Р. АС СССР №117043, 1958.
5. Филиппосьянц Т. Т., Сандомирская Г. А., Позднякова З. Е. Способ очистки кофеина. АС СССР №169190, 1965.
6. Витцтум Отто., Хуберт Петер. Способ удаления кофеина из сырого кофе. Патент СССР №539504, 1976.
7. Пельяро Ф. А., Франклин Дж. Г., Гасеер Р. Ж. Способ извлечения кофеина из чая и кофе. Патент СССР №576897, 1977.
8. Фот Г. В., Мишкин А. Р., Руашудури Р. К. Способ извлечения кофеина из растительного сырья. Патент СССР №698516, 1979.
9. Розелиус Л., Хуберт П. и др. Способ извлечения кофеина из растительного сырья. Патент СССР №1056874, 1983.
10. Грeen Д., Бланк М. Способ извлечения кофеина из водного раствора. Патент СССР №1056875. 1983.
11. Гончаренко Г. К., Котлинская А. П. Распределение кофеина между водным экстрактом чайного листа и дихлорэтаном. Медицинская промышленность СССР, 1963.
12. Пляшкевич А. М. и др. Изучение процесса экстракции кофеина хлороформом из водных диффузионных соков // Сообщение 1, Медицинская промышленность СССР, 63,1, 40, 1963.
13. Чичибабин А. Е., Преображенский Н. А. Извлечение кофеина из зерен кофе // Журн.русс. физ.-хим общества., ч. 1, «Химия», 1930.

PILOT PYROLYSE INSTALLATION FOR COFFEINE PRODUCTION

T. Kuchukhidze

(A. Tsereteli state University)

Resume: There are given the data of experiments of obtaining caffeine from tea material by pyrolysis method, laboratory samples are received, the technological scheme of production and optimal parameters are developed.

Key words: industrial wastes; pyrolysis; tea; technological scheme; undercutting material.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ПИЛОТНАЯ ПИРОЛИЗНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОФЕИНА

Кучухидзе Т. Д.

(Государственный университет А. Церетели)

Резюме. Приведены данные экспериментов по получению кофеина из чайного материала методом пиролиза; получены лабораторные образцы, разработаны технологическая схема производства и оптимальные параметры.

Ключевые слова: пиролиз; подрезочный материал; производственные отходы; технологическая схема; чай.