

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის  
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ელენე გვაზავა

ზოგიერთი ახალი ქირალური სულფოქსიდის  
ენანტიომერების დაყოფა მოძრავ ფაზებად მეთანოლის და  
აცეტონიტრილის გამოყენებით მაღალეფექტურ სითხურ  
ქრომატოგრაფიაში

ქიმიური ექსპერტიზა

ნაშრომი შესრულებულია ქიმიის მაგისტრის (ქიმიური ექსპერტიზის  
სპეციალობით) აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი,

პროფესორი, საქართველოს მეცნიერებათა

ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი

ბეჟან ჭანკვეტაძე

თბილისი

2017

## შინაარსი

ანოტაცია.....	3
შესავალი.....	4
1. ლიტერატურული ნაწილი.....	6
1.1. იზომერია, სტერეოიზომერია.....	6
1.2. ენანტიომერები.....	7
1.3. სითხური ქრომატოგრაფია.....	9
1.4. ქრომატოგრაფიული დაყოფის პარამეტრები.....	13
1.5. პოლისაქარიდების ნაწარმების გამოყენება სითხურ ქრომატოგრაფიაში, როგორც ქირალური სტაციონალური ფაზები.....	18
1.6. პოლისაქარიდების ფენილკარბამატებზე ქირალური დაყოფის მექანიზმი..	18
1.7. ქირალური სულფოქსიდები.....	19
1.8. ენანტიომერული ნარევის მონიშვნის ტექნიკა.....	20
2. ექსპერიმენტული ნაწილი.....	20
2.1. კვლევის მეთოდიკა.....	20
2.2. გამოყენებული აპარატურა.....	21
2.3. ექსპერიმენტის გეგმა.....	22
3. ექსპერიმენტის შედეგები და მათი განსჯა.....	22
3.1. ელუირების რიგის ცვლილება.....	28
3.2. ენანტიომერების დაყოფის და მათი ელუირების რიგის ცვლილების უნარი სხვადასხვა პოლისაქარიდულ ქირალურ სელექტორებზე.....	38
4. დასკვნები.....	41
5. გამოყენებული ლიტერატურა.....	42
დანართი.....	45

## ანოტაცია

წინამდებარე სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა ახალი ქირალური სულფოქსიდების ენანტიომერების დაყოფა და მათი ელუირების რიგის შესწავლა სხვადასხვა პოლისაქარიდულ ქირალურ სელექტორებზე სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდით. ანალიზები ჩატარდა 13 სხვადასხვა სულფოქსიდისათვის. მოძრავ ფაზებად გამოყენებული იყო მეთანოლი და აცეტონიტრილი.

ექსპერიმენტის შედეგად ნაჩვენები იქნა, რომ ქირალურ გარჩევითობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს როგორც ქირალური სელექტორის, ასევე საანალიზო ნივთიერების ქიმიური სტრუქტურა. დადგენილ იქნა, რომ აღნიშნული ქირალური სულფოქსიდები ყველაზე უკეთ იყოფა ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)- სვეტზე ხოლო ელუირების რიგის შებრუნება ყველაზე ხშირად ზემოთ აღნიშნულ სვეტსა და ამილოზა ტრის(3,5-დიმეთილფენილკარბამატი)-ზე შეინიშნა. ასევე დადგინდა, რომ ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქირალური სელექტორის ბუნებაზე.

## Summary

### **Separation of Enantiomers of some chiral Sulfoxides by High Performance Liquid Chromatography using Metanol and Acetonitrile as mobile phases**

**Elene Gvazava**

The aim of the study was to separate enantiomers of new chiral sulfoxides and to compare the elution order of enantiomers using some polysaccharide-based chiral selectors in high-performance liquid chromatography (HPLC). 13 new chiral sulfoxides were studied. Methanol and acetonitrile were used as mobile phases.

Based on this study it was established that chemical structure of an analyte and structure of chiral selector have the influence on enantioselectivity. The highest number of successful enantioseparations was achieved on cellulose tris(4-chloro-3-methylphenylcarbamate)-based chiral column. The highest number of the enantiomer elution order reversal was observed between the above mentioned column and the column based on amylose tris(3,5-dimethylphenylcarbamate).

## შესავალი

ენანტიოსელექტივობის კვლევა განსაკუთრებით აქტუალური საკითხია თანამედროვე ფარმაცევტულ მრეწველობაში, რადგან სინთეზურად მიღებული სამკურნალო საშუალებების 50 %-ზე მეტი ქირალური ნივთიერებაა და არსებობს რაცემატის სახით, რომელიც შეიცავს თანაბარი რაოდენობით ენანტიომერებს, ოპტიკურ იზომერებს.

თემის აქტუალობას იწვევს ის, რომ ქირალურ გარემოში, ანუ ისეთ გარემოში როგორცაა ადამიანის სხეული, დისტომერებსა (ის ენანტიომერი, რომელსაც თერაპიული აქტივობა არ ახასიათებს) და ეუტომერებს (თერაპიულად აქტიური ენანტიომერი) გააჩნიათ განსხვავებული ფარმაკოლოგიური, ფარმაკოკინეტიკური და ტოქსიკური თვისებები, ხოლო მათი ქიმიური და ფიზიკური თვისებები იდენტურია, რაც განაპირობებს მათი დაყოფის სირთულეს[1, 2], თუმცა, ხშირ შემთხვევაში, აუცილებლობასაც წარმოადგენს. ფარმაკოლოგიურად არააქტიურმა ენანტიომერმა შეიძლება გამოიწვიოს არასასურველი გვერდითი ეფექტები. სწორედ ამიტომ, ქირალური დაყოფის მეთოდების დახვეწა არის და დარჩება სამეცნიერო კვლევებისა და ინდუსტრიული განვითარების მნიშვნელოვან საკითხად[4].

მხოლოდ მე-20 საუკუნის 60-იანი წლებიდან მოხერხდა ენანტიომერების პირველი ინსტრუმენტული დაყოფა გაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდის გამოყენებით[3]. 70-იანი წლებიდან ამ მიზნით გამოყენებული იქნა, აგრეთვე, სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდებიც. რომელმაც გამოყენების ტემპებით არამხოლოდ შეცვალა კლასიკური სვეტური, თხელფენოვანი და ქაღალდის ქრომატოგრაფია, არამედ საგრძნობლად ჩამოიტოვა უკან აირქრომატოგრაფიაც.

პოლისაქარიდების ნაწარმები წარმოადგენს ყველაზე ფართოდ გამოყენებულ ქირალურ სტაციონარულ ფაზებს ქირალური ნივთიერებების ენანტიომერებად დაყოფისთვის სითხურ ქრომატოგრაფიაში. დაყოფის ხარისხი ხშირ შემთხვევაში დამოკიდებულია ქირალური პოლიმერის სტრუქტურაზე, ფენილის ჯგუფის ქვესტრუქტურაზე ფენილკარბამატების ნაწარმების შემთხვევაში.

წინამდებარე სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა ზოგიერთი ახალი ქირალური სუფოქსიდის ენანტიომერების დაყოფის უნარის შესწავლა მოძრავ ფაზებად სხვადასხვა პოლისაქარიდული ტიპის ქირალური სტაციონარული ფაზებისა და მოძრავ ფაზად მეთანოლის გამოყენებით. ასევე, მათი ენანტიომერების ელურიების რიგის შებრუნების

პირობების შესწავლა. ქირალური სულფოქსიდები მედიცინაში გამოიყენება, მაგალითად: ომეპრაზოლის, ლანსოპრაზოლის, პანტოპრაზოლის, რაბეპრაზოლის მედიკამენტების სახით

# 1. ლიტერატურული ნაწილი

## 1.1 . იზომერია, სტერეოიზომერია

იზომერია - (ბერძ. ἰσομερής-ტოლფასი, μέρος - ნაწილი), ეწოდება ისეთ მოვლენას, როდესაც სხვადასხვა ნივთიერების ატომური შედგენილობა და მოლეკულური მასა ერთია, მაგრამ ისინი განსხვავდებიან აღნაგობით ან ატომების განლაგებით სივრცეში, რაც, თავის მხრივ, იწვევს განსხვავებას მათ თვისებებს შორის ქირალურ გარემოში [5].

**სტერეოიზომერია** იზომერიის ფორმაა, როდესაც ნივთიერებათა მოლეკულებს გააჩნია ატომთა ქიმიური ბმების ერთნაირი თანმიმდევრობა, მაგრამ ატომთა განსხვავებული ორიენტაცია სივრცეში. სტერეოიზომერიის ორი ფორმა არსებობს - კონფიგურაციული და კონფორმაციული. ეს ფორმები დამოკიდებულია სტერეოიზომერებს შორის ენერგეტიკულ ბარიერზე. სიმეტრიის კრიტერიუმებით სტერეოიზომერებს კიდევ ორი ფორმა გამოიყოფა: დიასტერეომერები და ენანტიომერები.

## 1.2. ენანტიომერები

ორ იზომერს, რომელიც არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან ქიმიური და ფიზიკური თვისებებით, მაგრამ აბრუნებს ბრტყლად პოლარიზებულ სინათლეს ერთი ზომის კუთხით სხვადასხვა მხარეს, ანტიპოდები ან ენანტიომორფული ფორმები ეწოდებათ. მარჯვნივ მბრუნავ იზომერს უწოდებენ d-ფორმას (ლათინური სიტყვიდან dextro), ხოლო მარცხნივ მბრუნავს - l-ფორმას (ლათინური სიტყვიდან laevo).



**ნახ.1.2.1 ენანტიომერები**

უფრო მარტივად, ენანტიომერები სტერეოიზომერების ისეთი წყვილია, როგორც მაგალითად რაიმე საგანი და მისი სარკული გამოსახულება, რომელიც არც ერთი ღერძის გარშემო მობრუნებისას არ ემთხვევა ერთმანეთს.

დიასტერეომერები ისეთი იზომერებია, რომლებიც არ წარმოადგენენ ერთმანეთის სარკულ გამოსახულებებს.

მიუხედავად იმისა, რომ ენანტიომერები ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მათ გააჩნიათ მკვეთრად განსხვავებული ბიოლოგიური მოქმედება, ამიტომაცაა მათი ერთმანეთისაგან დაყოფა ასეთი მნიშვნელოვანი.

### 1.3. სითხური ქრომატოგრაფია

**ქრომატოგრაფია** - დინამიურ პირობებში ნივთიერებათა ნარევის დაყოფისა და ანალიზის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდია. ქრომატოგრაფიის მეთოდი დაფუძნებულია საანალიზო კომპონენტების მოძრავი ფაზის ნაკადით უძრავი ფაზის გასწვრივ გადაადგილებასა და მასში სხვადასხვაგვარ განაწილებაზე. ამ დროს ხდება მოლეკულების დაყოფის პროცესი დიფერენციალური მიგრაციის გზით [11]. ქრომატოგრაფია გამოიყენება პრაქტიკულად ყველა კლასის ნივთიერების გამოკვლევისთვის აირად, თხევად თუ მყარ მდგომარეობაში. უძრავი ფაზა წარმოადგენს მყარ ნივთიერებას განვითარებული ზედაპირით, ან სითხეს დაფენილს მყარ სარჩულზე, რომელიც მოთავსებულია სვეტში ან დაფენილია ჰორიზონტალურ ფირფიტაზე, ხოლო მოძრავი ფაზა შეიძლება იყოს აირის ან სითხის ნაკადი, რომელიც მოძრაობს უძრავი ფაზის ფენაში, ახდენს საანალიზო ნივთიერებების გადატანას მის გასწვრივ და უზრუნველყოფს მათ დაყოფას. მოძრავი ფაზის უწყვეტად გადაადგილების გამო, ქრომატოგრაფიული პროცესი ემყარება საანალიზო ნივთიერებების ზემოთ ღნიშნულ ორ ფაზას შორის წონასწორული განაწილების მუდმივ დარღვევასა და მის ხელახალ აღდგენას. ადგილი აქვს უძრავ ფაზაზე კომპონენტების მუდმივ ადსორბციას და დესორბციას. ადსორბციის და დესორბციის სიჩქარეებს შორის სხვაობა წარმოადგენს ქრომატოგრაფიული დაყოფის საფუძველს, რაც საბოლოოდ საანალიზო ნიმუშის ნარევის დაყოფას იწვევს.

ქრომატოგრაფია არსებობს 100 წელზე მეტია. კვლევის ქრომატოგრაფიულ მეთოდებს საფუძველი ჩაუყარა ბოტანიკოსმა მიხეილ ცვეტმა. 1903 წელს მან გამოაქვეყნა ნაშრომი ვარშავის უნივერსიტეტში შესრულებული კვლევის შესახებ, რომელშიც აღწერილი იყო ფოთლის ექსტრაქტიდან გამოყოფილი პიგმენტების დაყოფა. პიგმენტების დასაყოფად მან გამოიყენა ცარცით შევსებული სვეტი. მის მიერ გასული საუკუნის დასაწყისში

აღმოჩენილი ქრომატოგრაფიის მეთოდის ძირითად თავისებურებას წარმოადგენდა მისი მაღალი მგრძობიარობა, სელექტივობა და უნივერსალობა.

მე-20 საუკუნის 60-იანი წლებიდან დაიწყო **გაზური ქრომატოგრაფიის** მეთოდის გამოყენება. გოლიმ 1956 წელს გაზ- ქრომატოგრაფიაში პირველად გამოიყენა კაპილარული სვეტი. ქრომატოგრაფიული პროცესის დანიშნულების მიხედვით განასხვავებენ ანალიზურ და პრეპარატულ ქრომატოგრაფიას. ანალიზური ქრომატოგრაფიით ხორციელდება საანალიზო ნარევის თვისობრივი და რაოდენობრივი განსაზღვრა, ხოლო პრეპარატული ქრომატოგრაფიით ხორციელდება დიდი მასშტაბებით დაყოფა ცალკეული მიზნობრივი პროდუქტის სუფთა სახით შეგროვების მიზნით. ქრომატოგრაფიული პროცესები ხორციელდება ქრომატოგრაფის საშუალებით. დაყოფილი კომპონენტები მოძრავი ფაზის საშუალებით შედის დეტექტორში. დეტექტორის ფუნქციაა მოახდინოს საანალიზო ნარევის თითოეული კომპონენტის რეგისტრაცია დროში მისი კონცენტრაციის (ან სხვა პარამეტრი) ცვლილების შესაბამისად. დეტექტორის სიგნალი ჩაიწერება თვითჩამწერზე ქრომატოგრამის სახით [8].

XX საუკუნის შუა წლებიდან სითხური **ქრომატოგრაფიის მეთოდმა** სწრაფი განვითარება დაიწყო და მალე იგი გახდა ორგანულ ნივთიერებათა დაყოფისა და ანალიზის საყოველთაოდ აღიარებული მეთოდი.

უფრო მოგვიანებით, 70-იანი წლებიდან ვითარდება **მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფია**, რომელმაც გამოყენების ტემპებით არა მხოლოდ გაუსწრო კლასიკურ სვეტურ, თხელფენოვან და ქაღალდის ქრომატოგრაფიას, არამედ საგრძობლად ჩამოიტოვა უკან აირქრომატოგრაფიაც. თხევადი ქრომატოგრაფიის გამოყენებით შესაძლებელია დაიყოს ისეთი რთული მაკრომოლეკულებიც, როგორებიც არის, ცილები, ნუკლეინმჟავები და სხვა რთული ნაერთები. ამასთანავე თითქმის ყველა დაყოფა შეიძლება ჩატარდეს ოთახის ტემპერატურაზე, ჰაერთან კონტაქტის გარეშე, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია ლაბილური ნაერთების, კერძოდ, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების და ბიოპოლიმერების კვლევისთვის [6].

მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფია მძლავრი დაყოფის მეთოდია, რომლითაც შესაძლებელია საანალიზო ნივთიერებების ნარევის დიდი ჯგუფების დაყოფა. ეს მეთოდი მოსახერხებელია, როგორც თვისებრივი, ისე რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის. თითოეულ ნივთიერებას ნარევაში შეესაბამება თავისი ელუირების დრო კონკრეტულ პირობებში. ორივე - ფართობიც და სიმაღლაც პროპორციულია ამ



ნივთიერებების რაოდენობისა. ყოველივე ზემოთ აღნიშნული მეტყველებს ამ მეთოდის ეფექტურობაზე [7].

#### 1.4. ქრომატოგრაფიული დაყოფის პარამეტრები

ინსტრუმენტული ანალიზის მეთოდებიდან აღსანიშნავია ქრომატოგრაფიული დაყოფის მეთოდები, რომლებიც დამყარებულია ნარევის შემადგენელი კომპონენტების განსხვავებული განაწილების უნარზე მოძრავ და უძრავ ფაზებს შორის. უძრავ ფაზას უწოდებენ სტაციონარულ ფაზას. ნიმუშის კომპონენტები მოძრაობენ ქრომატოგრაფიულ სისტემაში მხოლოდ მაშინ, როდესაც ისინი არიან მოძრავ ფაზაში [9].

ქრომატოგრაფიული ნიმუში ჯერ იხსნება მოძრავ ფაზაში, რომელიც შეიძლება იყოს აირი, სითხე ან ზეკრიტიკული წნევის მქონე სითხე. შემდეგ კი ხდება მოძრავი ფაზის გატარება უძრავ, შეურევად სტაციონალურ ფაზაზე. ფაზების შერჩევა ხდება ისე, რომ საანალიზო კომპონენტებს ჰქონდეთ განსხვავებული სწრაფვა სხვადასხვა ფაზის მიმართ. საანალიზო კომპონენტის ფაზებს შორის განაწილება, შეიძლება აღიწეროს საკმაოდ მარტივად. საანალიზო კომპონენტი წონასწორობაშია ორ ფაზას შორის:

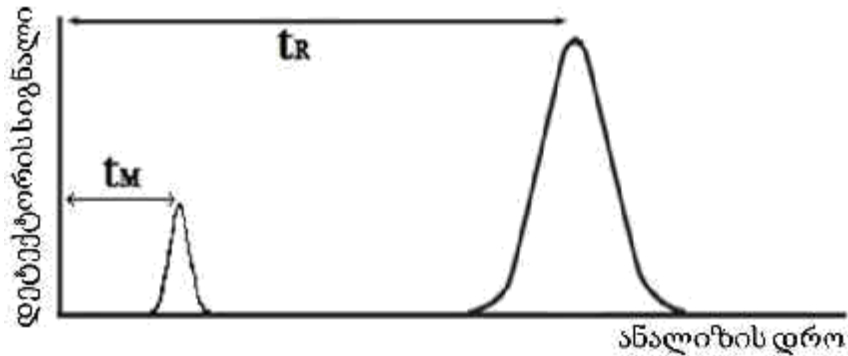


**წონასწორობის მუდმივა** -  $K$  წარმოადგენს განაწილების კოეფიციენტს; ის იზომება სტაციონალურ ფაზაზე ადსორბირებული საანალიზო კომპონენტის მოლურ კონცენტრაციის ფარდობით მოძრავ ფაზაში არსებულ საანალიზო კომპონენტის მოლურ კონცენტრაციასთან. ამ პრინციპს წონასწორობის პრინციპი ეწოდება, მარტინისა და სინჯის მიერ მიღებული ფორმულა კი გამოისახება შემდეგნაირად:

$$K = \frac{C_S}{C_M}$$

სადაც  $C_S$  გახსნილი ნივთიერების კონცენტრაციაა მოძრავ ფაზაში, ხოლო  $C_M$  უძრავ ფაზაში.

დრო, რომელიც საჭიროა ნიმუშის ინიცირებიდან კომპონენტის დეტექტორამდე გადაადგილებისათვის, არის **შეკავების დრო ( $t_R$ )**. ნიმუშში შემავალ ყველა კომპონენტს მათი დაყოფის შემთხვევაში აქვს განსხვავებული შეკავების დრო.  $t_M$  წარმოადგენს მკვდარი მოცულობის შეკავების დროს, ანუ დროს როდესაც ნიმუში ელუირდება ქრომატოგრაფიულ სვეტზე შეკავების გარეშე (ნახ.1.4.1).



**ნახ.1.4.1** ქრომატოგრაფიული პიკის მახასიათებელი

შეკავების ფაქტორი  $k'$ , A კომპონენტისთვის განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$k'_A = t_R - t_M / t_M \quad (\text{განტ.2})$$

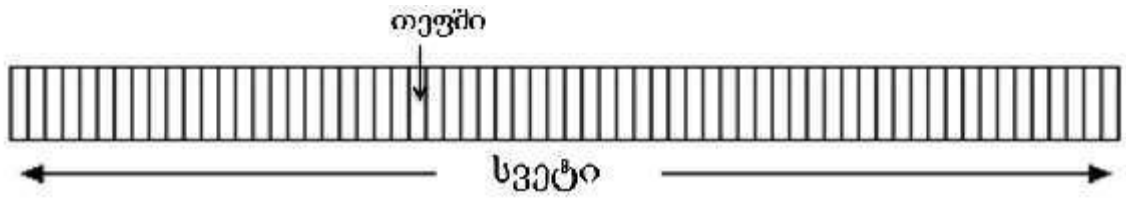
$t_R$  და  $t_M$  ადვილად განისაზღვრება ქრომატოგრამიდან. იდეალურია, როდესაც  $k'$ , მნიშვნელობა 1-დან 5 მდეა [10].

**სელექტივობა  $\alpha$**  გვიჩვენებს, A და B კომპონენტების დაყოფას სვეტზე და გამოითვლება A და B კომპონენტის შეკავების ფაქტორების ფარდობით:

$$\alpha = k'_B / k'_A \quad (\text{განტ.3})$$

$\alpha$  დამოკიდებულია მხოლოდ საანალიზო კომპონენტის ბუნებაზე, ელუენტის ტიპზე, მის შედგენილობაზე, ადსორბენტის ბუნებაზე და მისი ზედაპირის ქიმიაზე.

თეფშების მოდელი გულისხმობს, რომ სვეტი შედგება დამყოფი შრეების დიდი რიცხვისაგან, ამ შრეებს **თეორიული თეფშები** ეწოდებათ. თეორიული თეფშების რიცხვი აღინიშნება  $N$ -ით. თეორიული თეფშების რაოდენობა, ქრომატოგრაფიული სვეტის ეფექტურობის მაჩვენებელია (ნახ. 1.4.2).

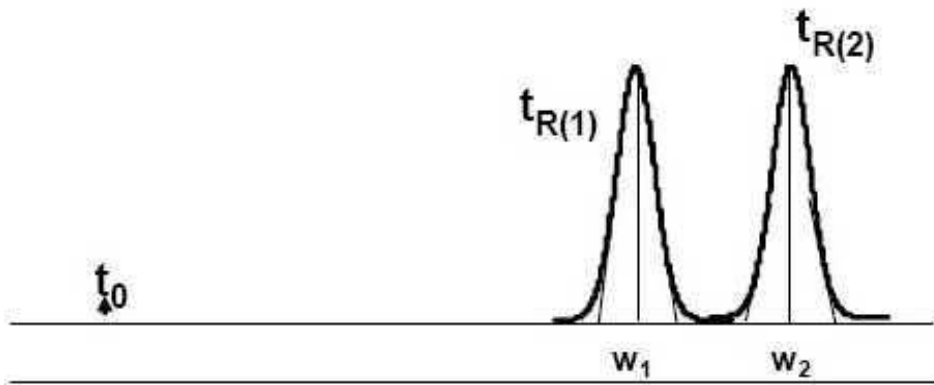


**ნახ. 1.4.2** თეორიული თეფშების მოდელი

თეორიული თეფშების რიცხვი, გამოითვლება ფორმულით:

$$N=16 \left( \frac{L_R}{W} \right)^2 \quad (\text{განტ.4})$$

$W$  - წარმოადგენს პიკის სიგანეს, იგი ასახავს პიკის დასაწყისის და ბოლოს გადაკვეთის შორის მანძილს, რომელიც ხშირად დროის ერთეულებში იზომება. (ნახ. 1.4.3) [11] .



**ნახ. 1.4.3** ქრომატოგრაფიული პიკის მახასიათებლები

ზოგჯერ პიკის სიგანის ნაცვლად იყენებენ პიკის სიგანეს მის ნახევარ სიმაღლეზე

-  $w_{1/2}$ , ამ შემთხვევაში, თეორიული თეფშების რიცხვი გამოითვლება ფორმულით (განტ. 5) :

$$N=5.54\left(\frac{t_R}{W_{\frac{1}{2}}}\right)^2$$

(განტ. 5)

სვეტის ეფექტური მონაკვეთის სიგრძე (სმ, მმ), რომელზეც მეტად ხანმოკლედ დროით, მაგრამ მაინც მიიღწევა საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაციის წონასწორობა მოძრავ და უძრავ ფაზებს შორის ეწოდება თეორიული თევშების ექვივალენტური სიმაღლე. თეორიული თევშების სიმაღლე გამოითვლება (განტ.6):

$$H = L/N \quad \text{(განტ. 6)}$$

სადაც  $H$  - არის თეორიული თევშების ექვივალენტური სიმაღლე,  $L$ - ქრომატოგრაფიული სვეტის სიგრძე,  $N$ - თეორიული თევშების რიცხვი.

თეორიული თევშების რიცხვი დამოკიდებულია ძირითადად სვეტის სიგრძეზე, რაც მეტია სვეტის სიგრძე მით მეტია თეორიული თევშების რიცხვი. რაც მეტია თეორიული თევშების რიცხვი, მით ეფექტურია სვეტი, ასევე, რაც ნაკლებია თეორიული თევშების სიმაღლე, მით მეტია ეფექტურობა. წონასწორობის თევშების მოდელი გამოიყენება ქრომატოგრაფიული სვეტების და ქრომატოგრაფიის აღსაწერად, თუმცა არ აჩვენებს პროცესის დროს მიმდინარე მოვლენებს. დაყოფის ხარისხი დამოკიდებულია სვეტის ეფექტურობაზე და გამოყენებული სორბენტის სელექტივობაზე. დაბალი სელექტივობა და ეფექტურობა იწვევს ნაწილობრივ დაყოფას. ექპერიმენტის პირობების მიზანდასახული შეცვლა იწვევს დაყოფის ხარისხის გაუმჯობესებას [12].

გარჩევითობა ( $R_s$ ) - წარმოადგენს ტევადობის ფაქტორის ( $k$ ), სელექტივობის ( $\alpha$ ) და სვეტის ეფექტურობის ( $N$ ) გაერთიანებულ გამოსახულებას (განტ. 7):

$$R_s=1/4 \sqrt{N} \times \frac{\alpha-1}{\alpha} \times \frac{k}{1+k} \quad \text{(განტ.7)}$$

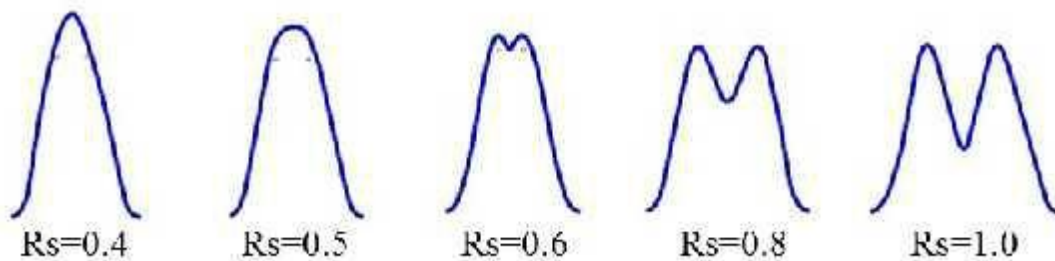
თუ  $\alpha=1$  დაყოფა არ მოხდება, მაგრამ როდესაც  $\alpha=1.01$  უკვე შეიმჩნევა ნაწილობრივი დაყოფა. ასევე არ მოხდება დაყოფა როდესაც  $k^2=0$  [13].

გარჩევითობა  $R_s$  გვიჩვენებს რამდენად ეფექტურადაა დაყოფილი კომპონენტები. ექსპერიმენტულად გარჩევითობა  $R_s$ -ის გამოთვლა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულით (სურ.8) [14]:

$$R_s = \frac{2(t_R)_B - (t_R)_A}{W_A + W_B} \quad (\text{განტ.9})$$

სადაც,  $W_A$  და  $W_B$  არის პიკის სიგანეები შესაბამისად.

თუ  $R \geq 1.5$ , ადგილი აქვს სრულ დაყოფას, თუმცა შეიმჩნევა უმნიშვნელო გადაფარვა პიკების დაბოლოებებით. თუ  $R < 1$ , ადგილი აქვს არასრულ დაყოფას და საჭიროა მუშაობა წარმართოს მისი გაუმჯობესების მიმართულებით (ნახ. 1.4.4) [12].



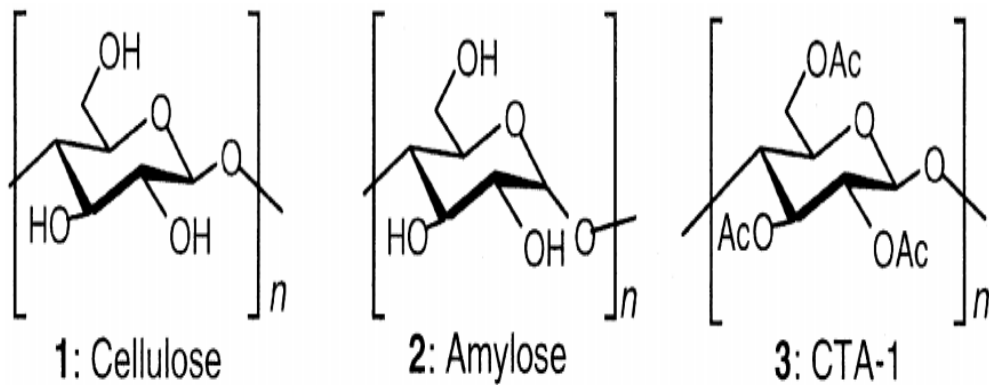
**ნახ. 1.4.4** სხვადასხვა პიკის გარჩევითობა

ქრომატოგრაფიული ანალიზის მეთოდის დამუშავების პროცესში ძირითადად მნიშვნელოვანია გარჩევითობის მაქსიმალურად მაღალი მნიშვნელობის მიღწევა. ქრომატოგრაფიული გარჩევითობის გაზრდა შესაძლებელია მეთოდის ოპტიმიზაციის პროცესში, მაგალითისათვის შეგვიძლია გამოვიყენოთ უფრო გრძელი სვეტები, უფრო მცირე ნიმუშის მოცულობა, ასევე შევამციროთ ნაკადის სიჩქარე გარჩევითობის გაზრდის თვალსაზრისით [8, 15].

### 1.5. პოლისაქარიდების ნაწარმების გამოყენება სითხურ

#### ქრომატოგრაფიაში, როგორც ქირალური სტაციონალური ფაზები

სამკურნალო საშუალებების კვლევის სფეროში, ყველაზე ფართოდ გამოყენებად ოპტიკურად აქტიურ ბიოპოლიმერებს მიეკუთვნებიან: ცელულოზა და ამილოზა, რომლებიც პოლისაქარიდებს წარმოადგენენ.



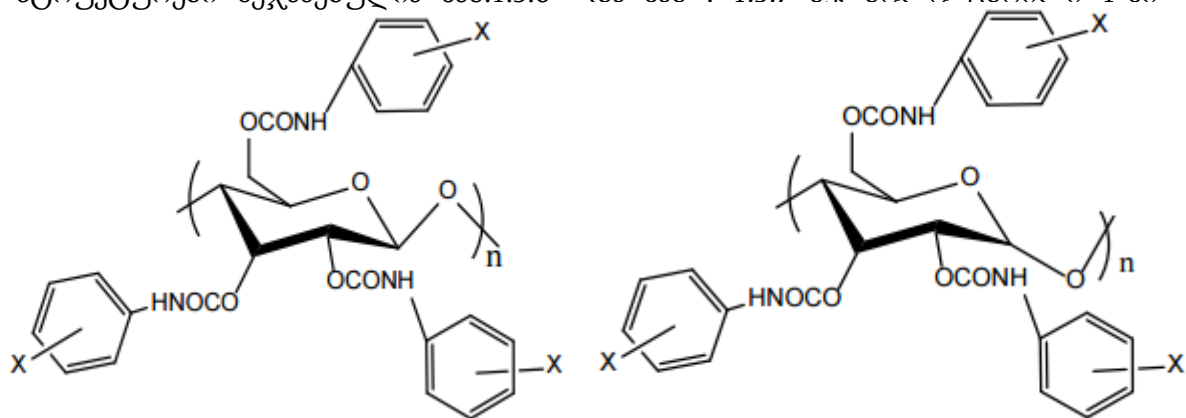
**ნახ. 1.5.5** სტრუქტურული ფორმულები: ცელულოზა (1), ამილოზა (2) და ცელულოზის ტრიაცეტატი (3)

პოლისაქარიდების სხვადასხვა ნაწარმებიდან ქირალურ სელექტორებად ძირითადად შესწავლილი იქნა რთულ-ეთერული და კარბამატული ნაწარმები. აღმოჩნდა, რომ ორივე მათგანი მისაღებია, როგორც ქირალური სელექტორები მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფიაში [16,17; 18-23]. შესწავლილი იქნა აგრეთვე ცელულოზას და ამილოზას ალკილ-, ციკლოალკილ- და არილ ნაწარმები ორივე სერიაში და ჩანაცვლებული არილ ნაწარმები აღმოჩნდა ყველაზე სასარგებლო ქირალური სელექტორები[27].

უკანასკნელი სამი ათწლეულის განმავლობაში მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფიაში გამოყენებული პოლისაქარიდული ქირალური სელექტორების ოპტიმიზაცია ფოკუსირებული იქნა პოლისაქარიდების ნაწარმებში ფენილის ჯგუფის ჩამნაცვლებლების ოპტიმიზაციაზე. როგორც ი. ოკამოტოს და მისი ჯგუფის ადრეულ შრომებში იქნა აღწერილი, პოლისაქარიდების არომატული ეთერები და ფენილკარბამატები ავლენენ ქირალური გამოცნობის მაღალ უნარს [46;47], მაგრამ ეს თვისებები მკვეთრად უმჯობესდება, თუკი ფენილის ნაშთში შესაბამის ადგილას ჩანაცვლებული იქნება ელექტონ-დონორული, ან ელექტონ-აქცეპტორული ჯგუფები [49-51]. ბენზოატური ნაწარმები, რომლებშიც დამატებულია ელექტონ-დონორული ჩამნაცვლებლები, როგორცაა მაგალითად ალკილის ჯგუფი, ავლენენ უფრო მაღალი ქირალური გამოცნობის უნარს, ვიდრე ნაწარმები, რომლებშიც არის ელექტონ-აქცეპტორული ჩამნაცვლებლები როგორებიცაა ჰალოგენები, ან ტრიფტორმეთანის ჯგუფი. ეს ახსნილია ჩამნაცვლებელი ჯგუფების ცელულოზას ნაწარმის კარბონილის ჯგუფის მნიშვნელოვანი გავლენით ელექტონულ სიმკვრივეზე

[49, 50]. ელექტონ-დონორულმა მეთოქსი ჯგუფისჩამნაცვლებლემბა არ აჩვენეს ქირალური გამოცნობის თვისების მატება, სავარაუდოდ მეთოქსი ჯგუფის მაღალი პოლარობის გამო.

ცელულოზის და ამილოზის კარბამატების ქირალური სელექტორების სტრუქტურები შეჯამებულია ნახ.1.5.6 და ნახ . 1.5.7-ში. ხოლო ობრილი 1-ში



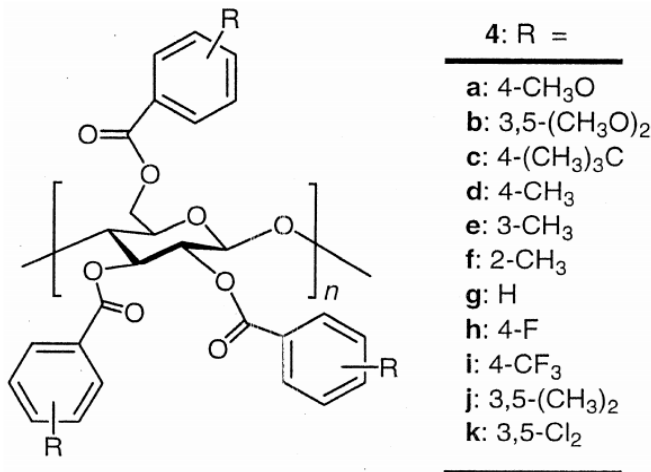
ნახ . 1.5.6 ცელულოზას კარბამატები

ნახ . 1.5.7 ამილოზას კარბამატები

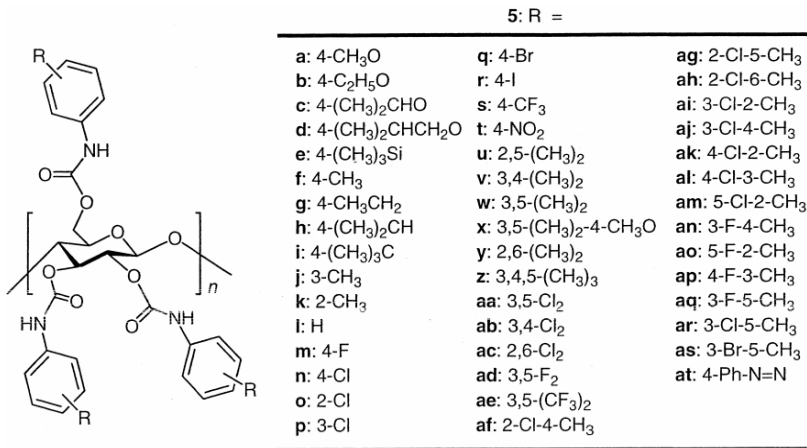
X=

a: 4-NO <sub>2</sub>	n: 4-CH <sub>3</sub>	z: 3-OCH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
b: 4-CF <sub>3</sub>	o: 4-OPh	aa: 3,5-(OCH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
c: 4-I	p: 4-O-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ab: 3,5-(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
d: 4-Br	q: 4-OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	ac: 2,6-(OCH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
e: 4-Cl	r: 4-OCH <sub>3</sub>	ad: 3,4-(OCH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
f: 4-F	s: 2-Cl	ae: 3,5-Cl <sub>2</sub>
g: H	t: 2-CH <sub>3</sub>	af: 3,4-Cl <sub>2</sub>
i: 4-Ph	u: 2-OCH <sub>3</sub>	ag: 2,6-Cl <sub>2</sub>
j: 4-Si(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	v: 3-Cl	ah: 3,5-F <sub>2</sub>
k: 4-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	w: 3-CH <sub>3</sub>	ai: 3,5-(CF <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
l: 4-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	x: 3-OCH <sub>3</sub>	
m: 4-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	y: 3-OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	

**ცხრილი 1. ჩამნაცვლებლები ცელულოზას და ამილოზას კარბამატებში [32]**



**ნახ.1.5.8 ცელულოზას ტრის-ბენზოატების სტრუქტურა**



**ნახ.1.5.9 ცელულოზა ტრის-ფენილკარბამატების სტრუქტურა**

ქირალურ სელექტორებად ცელულოზას ნაწარმების ქრომატოგრაფიულმა სკრინინგმა აჩვენა, რომ ცელულოზას ფენილკარბამატები აჩვენებს უკეთეს ქირალური გამოცნობის უნარს, თუ ფენილის ნაშთის მე-4 პოზიციაში ჩამნაცვლებულია ელექტრონ-აქცეპტორული, ან ელექტრონ-დონორული ჩამნაცვლებლები [23]. ჩამნაცვლებლები გავლენას ახდენს როგორც კარბამატის ნაშთის ელექტრონულ სიმკვრივეზე, ასევე მოქმედებენ თვითონ საანალიზო ქირალური ნივთიერების ენანტიომერებთანაც. ელექტრონ-აქცეპტორული ჩამნაცვლებლების გავლენით, NH ჯგუფების პროტონის მჟაურობა იზრდება, ასევე იზრდება ელექტრონ-აქცეპტორული ბუნების ქირალური საანალიზო ნივთიერებების უმეტესობის შეკავების დროც, რადგანაც სავარაუდოდ ეს ნივთიერებები ურთიერთქმედებენ სელექტორის NH ჯგუფებთან წყალბადური ბმებით[24]. ამის საწინააღმდეგოდ, როდესაც ფენილის ნაშთში დამატებულია



ელექტრონ-დონორული ჩამნაცვლებლები, კარბამატის ჯგუფის კარბონილის ჟანგბადის ატომის ელექტრონული სიმკვრივე იზრდება, შესაბამისად ელექტრონ დონორული თვისებების ჯგუფების მქონე ქირალური ნივთიერებების ენანტიომერები უფრო ძლიერად მოქმედებენ ასეთი ტიპის ცელულოზას ნაწარმებთან. შენიშნულ იქნა, რომ ცელულოზას კარბამატებში, რომლებშიც ჩანაცვლებულია პოლარული ჯგუფები, როგორებიცაა ნიტრო და მეთოქსი ჯგუფები, ავლენენ ქირალური გამოცნობის დაბალ უნარს, რაც სავარაუდოდ გამოწვეულია ამ პოლარული ჯგუფების არაენანტიოსელექტიური ურთიერთქმედებით საანალიზო ენანტიომერებთან, რადგანაც ისინი განლაგებულნი არიან ქირალური გლუკოზას ჯგუფიდან მოშორებით[24].

ადრეულ შრომებში ნაჩვენები იქნა, რომ არა მარტო ჩამნაცვლებლის ბუნება, არამედ მისი მდებარეობა ფენილის ნაშთში დიდ გავლენას ახდენს ქირალური გამოცნობის უნარზე. ამავდროულად შესწავლილ იქნა, რომ ცელულოზის ნაწარმებისთვის ორთო მდგომარეობაში ჩანაცვლებული მასალები ავლენენ ქირალური გამოცნობის ნაკლებ უნარს, ვიდრე მეტა- და პარა-მდგომარეობაში მყოფი ჩამნაცვლებლები [24].

ბ. ჭანკვეტაძისა და თანაავტორების მიერ 1990-იანი წლების დასაწყისში სინთეზირებულ იქნა პოლისაქარიდების ფენილკარბამატების ახალი ნაწარმები, რომლებიც ფენილის ბირთვში ერთდროულად შეიცავენ როგორც ელექტრონ-დონორულ, ისე ელექტრონ-აქცეპტორულ ჩამნაცვლებლებს. შიგამოლეკულურ კავშირებში ჩართული კარბამატის ჯგუფებისა და საანალიზო ნივთიერებებთან ურთიერთობისთვის თავისუფალი NH ჯგუფების კარგი ბალანსის მისაღწევად [25-26]. ცხრილი 2-ში მოცემულია ამ მიზნებისთვის გამოყენებული ჩამნაცვლებლები [27]:

<b>a: 2-Cl-4-CH<sub>3</sub></b>	<b>f: 4-Cl-2-CH<sub>3</sub></b>	<b>j: 4-F-3-CH<sub>3</sub></b>
<b>b: 5-Cl-2-CH<sub>3</sub></b>	<b>g: 4-Cl-3-CH<sub>3</sub></b>	<b>k: 3-F-5-CH<sub>3</sub></b>
<b>c: 2-Cl-6-CH<sub>3</sub></b>	<b>h: 5-F-2-CH<sub>3</sub></b>	<b>l: 3-Cl-5-CH<sub>3</sub></b>

<b>d: 3-Cl-3-CH3</b>	<b>i: 3-F-4-CH3</b>	<b>m: 3-Br-5- CH3</b>
<b>e: 3-Cl-4-CH3</b>	<b>j: 4-F-3-CH3</b>	

**ცხრილი 2.** ჩამნაცვლებლები ცელულოზას და ამილოზას ტრის-ჰალოგენ-მეთილფენილკარბამატების ნაწარმებში [24]

მიუხედავად იმისა, რომ ჩატარებულია ბევრ პოლისაქარიდულ ქირალურ სტაციონალურ ფაზებზე, დაყოფის მექანიზმები სრულად არ არის შესწავლილი.

## **1.6. პოლისაქარიდების ფენილკარბამატებზე ქირალური დაყოფის მექანიზმი**

პოლისაქარიდებზე დაფუძნებული ქირალურ სტაციონალურ ფაზებზე ქილარული დაყოფების მექანიზმები შეისწავლებოდა ძირითადად ქრომატოგრაფიული ანალიზის საშუალებით. ეს მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა დაყოფის თერმოდინამიკური პარამეტრების შესახებ, თუმცა ურთიერთქმედებების მოლეკულურ დონეზე შესასწავლად საჭიროა, ასევე, ბირთვულ მაგნიტური რეზონანსის, ან სხვა სპექტრალური მეთოდების გამოყენება.

### **1.7. ქირალური სულფოქსიდები**

საანალიზო ტესტ ნივთიერებებად გამოვიყენეთ ქირალური სულფოქსიდები. მათ მიეკუთვნებიან კუჭნაწყლავის ისეთი სამკურნალო საშუალებები, როგორცაა, მაგალითად: ომეპრაზოლი, ლანსოპრაზოლი და სხვა. ასევე, სასოფლო სამეურნეო დანიშნულების პრეპარატები, მნიშვნელოვანი ქირალური შუალედური ნივთიერებები და ა.შ.

## 1.8. ენანტიომერული ნარევის მონიშვნის ტექნიკა

ენანტიომერების ელუირების რიგის დადგენის მიზნით, ხდება ენანტიომერების მონიშვნა 1/2-თან თანაფარდობით. ამ მიზნით ენანტიომერული ნარევის მონიშნული ნიმუშის მოსამზადებლად, ვიყენებით რაცემატზე ერთ-ერთი ცნობილი სუფთა ენანტიომერის დამატებას. მაგალითად, თუ გვაქვს რაცემატი და მისი R ენანტიომერი, 0,5 მგ რაცემატზე ვამატებთ 1 მგ R ენანტიომერს, სადაც მიღებული ენანტიომერული ნარევი R/S იქნება 2/1 -თან თანაფარდობით. ამის გამო მიღებულ ქრომატოგრამებზე ერთი ენანტიომერი მეორესთან შედარებით, პიკის ფართობით ორჯერ მეტია. ექსპერიმენტში ყოველთვის არ არის საშუალება გამოყენებულ იქნას ზემოთ აღნიშნული ენანტიომერების მონიშვნის მეთოდი, რამდენადაც რაცემატთან შედარებით, სუფთა ენანტიომერი ძვირია და ყოველთვის არ არის ხელმისაწვდომი. ამ მიზეზის გათვალისწინებით ხდება ენანტიომერების ცალ-ცალკე მიკროპრეპარატული შეგროვება სითხურ ქრომატოგრაფზე. თითოეული ენანტიომერის გარკვეული რაოდენობით შეგროვების შემგომ კი თითოეული კომპონენტის ანალიზი. ანალიზის შემდეგ ეტაპზე ხდება მათი კონცენტრაციების განსაზღვრა. კონკრეტულ ტოლ მოცულობებში მიღებული კონცენტრაციების გათვალისწინებით ვახდენთ ნიმუშის მონიშვნას, სადაც ენანტიომერების თანაფარდობა იქნება 2/1 -თან. ამის შემდეგ ზუსტად ვიმეორებთ უკვე გამოქვეყნებულ ნაშრომში ჩატარებული ქირალური ანალიზის პირობებს, და ვახდენთ ჩვენი მიკროპრეპარატული მეთოდით შეგროვებულ და მონიშნულ ნიმუშში ენანტიომერების იდენტიფიკაციას[8].

## 2. ექსპერიმენტული ნაწილი

### 2.1. კვლევის მეთოდიკა

#### გამოყენებული მასალები:

სამუშაოსთვის შერჩეულ იქნა შემდეგი ქირალური ნივთიერებები:

- 1) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდი
- 2) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდი
- 3) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდი
- 4) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზილბენზამიდი
- 5) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზილბენზამიდი
- 6) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი
- 7) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზილბენზამიდი
- 8) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი
- 9) 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდი
- 10) 2-(3-მეთოქსიბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზილბენზამიდი
- 11) 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდი
- 12) 2-(3-მეთოქსიბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდი
- 13) 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზილბენზამიდი

#### გამოყენებული ქირალური სელექტორები:

აღნიშნული ნივთიერებების სტრუქტურული ფორმულები ნაჩვენებია დანართში.

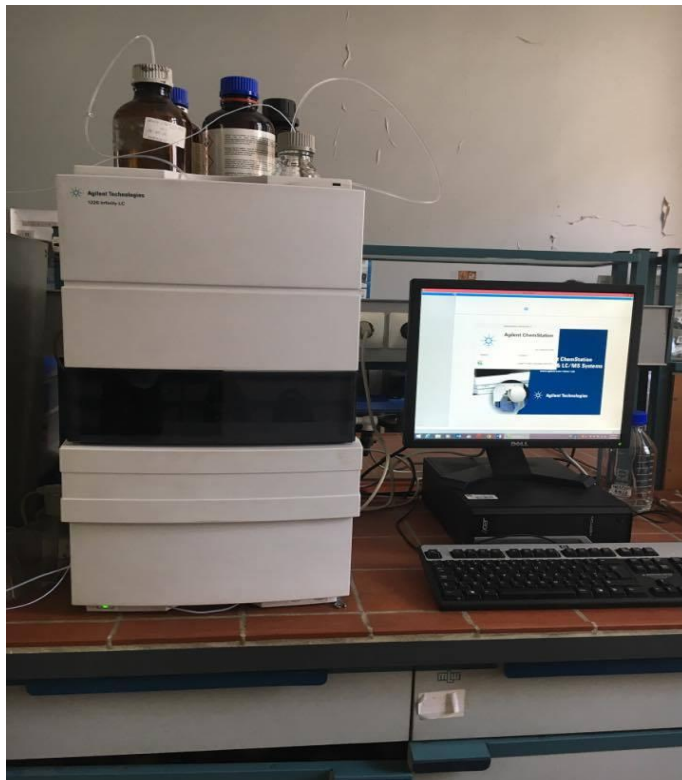
გამხსნელად გამოვიყენეთ HPLC- სისუფთავის მეთანოლი. ანალიზები ჩავატარეთ შემდეგ ქირალურ სელექტორებზე:

- 1) ცელულოზა ტრის (3.5 – დიმეთილფენილკარბამატი)
- 2) ცელულოზა ტრის (3-ქლორო-4-მეთილფენილკარბამატი)
- 3) ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატი)
- 4) ცელულოზა ტრის (4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)
- 5) ცელულოზა ტრის (2,5-დიქლორფენილკარბამატი)
- 6) ცელულოზა ტრის (2,4-დიქლორფენილკარბამატი)
- 7) ცელულოზა ტრის (2,3-დიქლორფენილკარბამატი)

- 8) ცელულოზა ტრის (ფენილკარბამატი)
- 9) ცელულოზა ტრის (2-ქლორფენილკარბამატი)
- 10) ცელულოზა ტრის (3,4-დიმეთილფენილკარბამატი)
- 11) ამილოზა ტრის (3,5-დიმეთილფენილკარბამატი)
- 12) ამილოზა ტრის (2-ქლორო-5-მეთილფენილკარბამატი)

## 2.2. გამოყენებული აპარატურა

ექსპერიმენტებისთვის გამოყენებული იქნა Agilent Technologies წარმოების 1220 სერიის მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი (ნახ.2.2.1). G4290B მონობლოკი, რომელიც შეიცავს ბინარულ ტუმბოს, ნიმუშების ავტომატურ მიმწოდებელს, სვეტის ღუმელს, ერთტალღიან ულტრაიისფერ-ხილულ დეტექტორს. ხელსაწყოს მართვის და მონაცემთა დამუშავების პროგრამა Agilent ChemStation მაქსიმალური წნევა 600 ბარი, დეტექტორის სიხშირე 40 ჰერცი, ტალღის სიგრძე 110- 900ნმ. მიმდინარეობდა ტალღის ორგანზომილებიანი სპექტრის ჩაწერა - დრო, პიკის გამოძახილის კოორდინატები. ნივთიერების დეტექტირება ხდებოდა 220 ნმ ტალღის სიგრძეზე.



*ნახ.2.2.1 ჩვენს მიერ გამოყენებული მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი*

### 2.3. ექსპერიმენტის გეგმა

სხვადასხვა უძრავ ფაზებზე ქირალური დაყოფებისა და ელუირების რიგის შესასწავლად მოძრავ ფაზად გამოყენებულია ქრომატოგრაფიულად სუფთა მეთანოლი. მოძრავ ფაზაში გაიხსნა 13 ქირალური სულფოქსიდი.

ელუირების თანმიმდევრობის შესწავლის მიზნით შეგროვებულ იქნა დასინთეზებული ქირალური სულფოქსიდების ენანტიომერულად სუფთა ნიმუშები, რომლებიც მოინიშნა 1/2 თანაფარდობით.

რაცემული ნიმუშების სკრინინგის ჩატარების შემდეგ, დაყოფილი ნივთიერებების მონიშნული ნიმუშები გაანალიზდა ამავე ქირალურ სელექტორებზე.

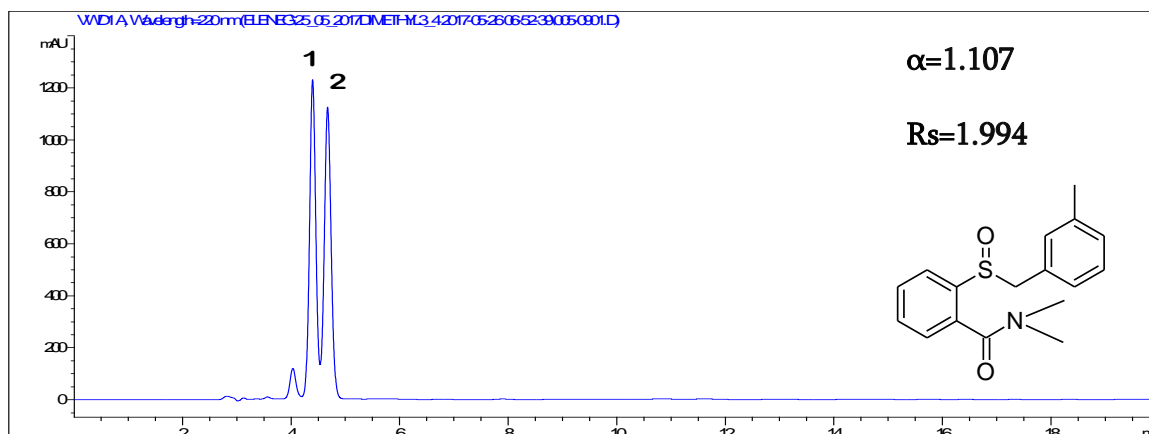
ნიმუშების კონცენტრაცია იყო 0.1-0.5 მგ/მლ, ანალიზები ჩატარდა ოთახის ტემპერატურაზე, დეტექტირების ტალღის სიგრძე იყო 220 ნმ.

### 3. ექსპერიმენტის შედეგები და მათი განსჯა

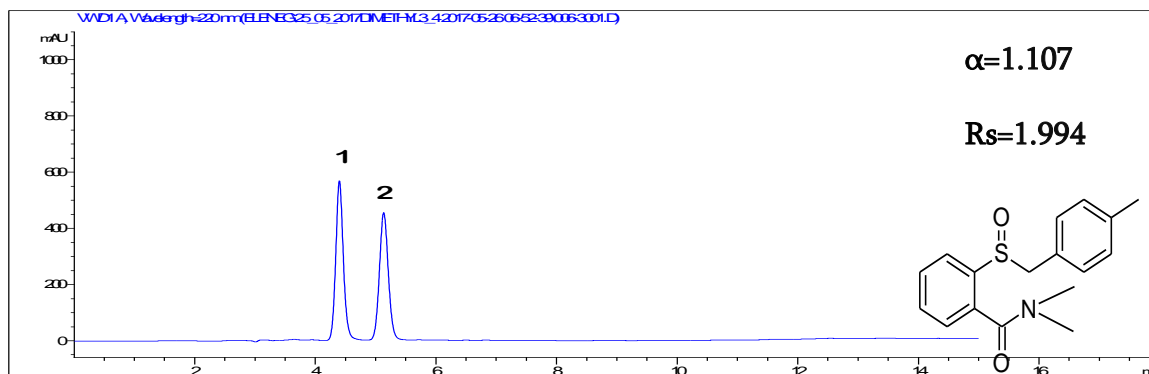
ჩვენს მიერ წარმოდგენილია მიღებული შედეგები ელუენტებად სხვადასხვა ფაზის გამოყენების შემთხვევაში, თავდაპირველად მოძრავ ფაზად გამოვიყენეთ სუფთა მეთანოლი.

საანალიზო ნივთიერების სტრუქტურაში ჩამნაცვლებლების ცვლილებამ მეტა-დან პარა- პოზიციაში მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა ენანტიოსელექტივობაზე. მაგალითად, ცელულოზა ტრის (3.5 - დიმეთილფენილკარბამატ)-ზე ანალიზის ჩატარებისას 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდისათვის ენანტიოსელექტივობა  $\alpha=1.107$ , ხოლო 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდის გაანალიზების შემთხვევაში გაიზარდა  $\alpha=1.283$ -მდე (ნახ. 3.1).

ა)



ბ)

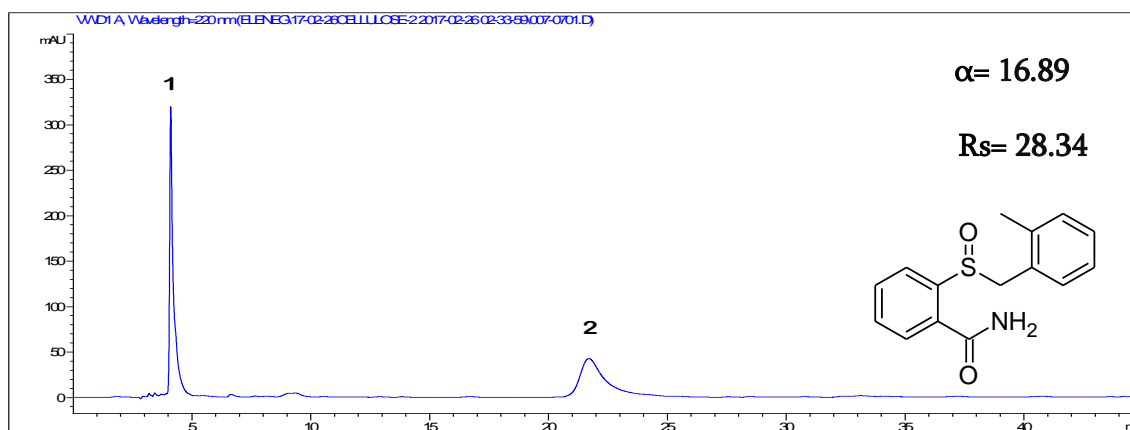


ნახ. 3.1 ა) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდი

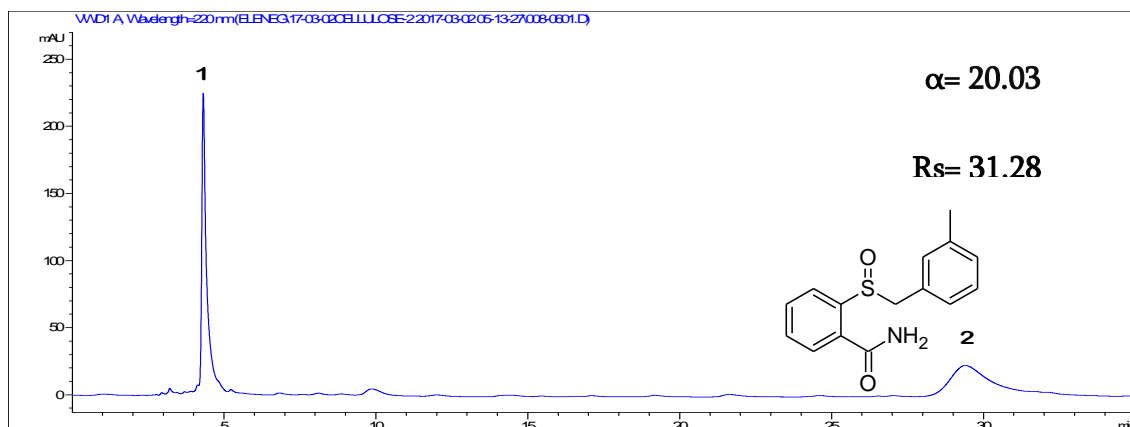
ბ) 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდი

ასევე, საყურადღებოა ენანტიოსელექტივობის ცვლილება საანალიზო ნივთიერებაში ჩამნაცვლებლის ორთო-დან მეტა- პოზიციაში გადანაცვლების შემთხვევაში. ნახაზზე 3.2 მოცემულია ცელულოზა ტრის (3-ქლორო-4-მეთილფენილკარბამატ) -ზე ჩატარებული ანალიზების შედეგები:

ა)



ბ)

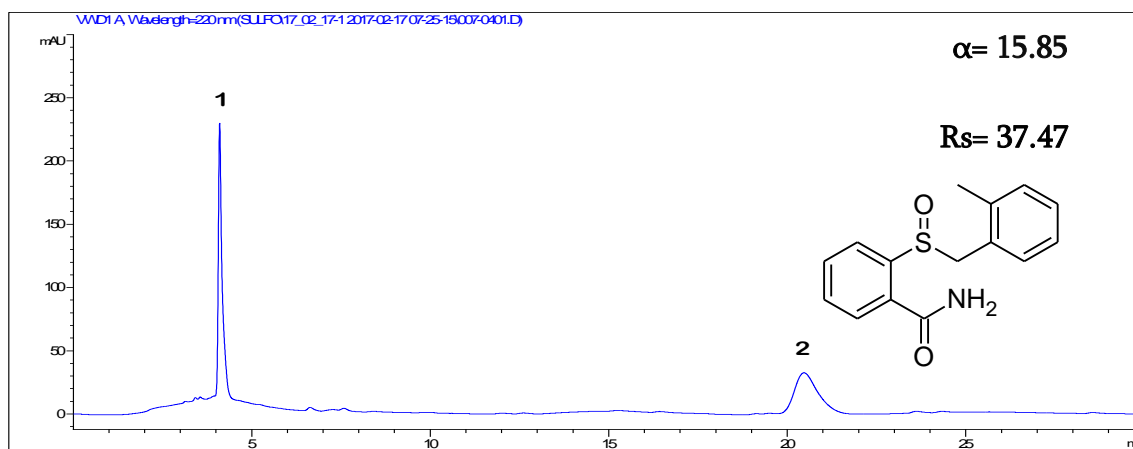


**ნახ. 3.2 ა)** 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი

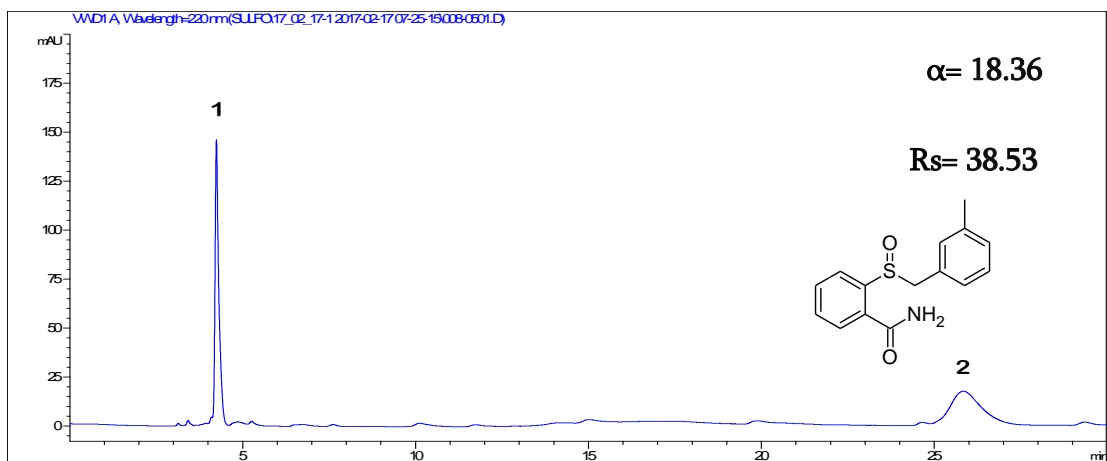
**ბ)** 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი

ასევე, ცელულოზა ტრის (4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატ)-ზე ჩატარებული ანალიზებისათვის, ხშირ შემთხვევაში, შეიმჩნევა ორთო-დან პარა- მდგომარეობაში ჩამნაცვლების გადანაცვლებისას ენანტიოსელექტივობის გაზრდა (ნახ. 3.3):

**ა)**



**ბ)**



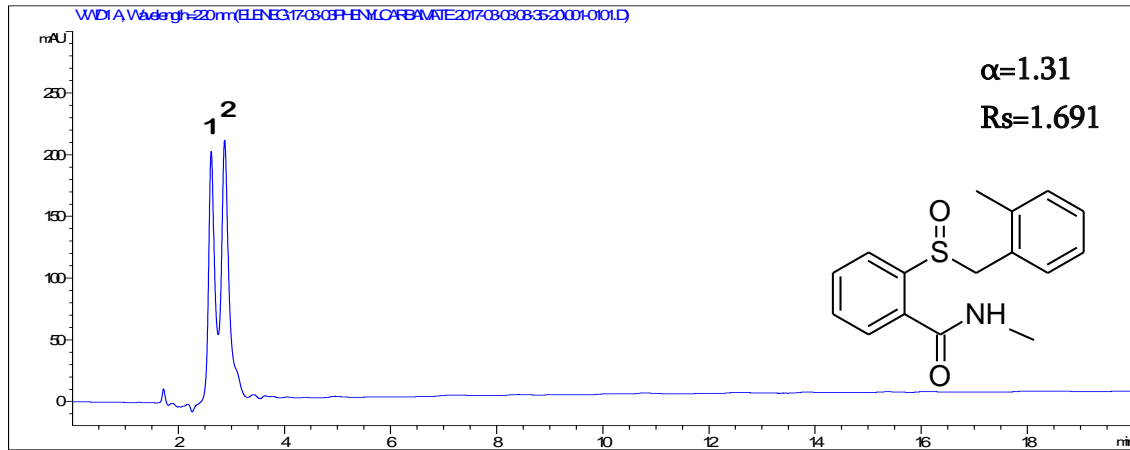
**ნახ. 3.3 ა)** 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი

**ბ)** 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი

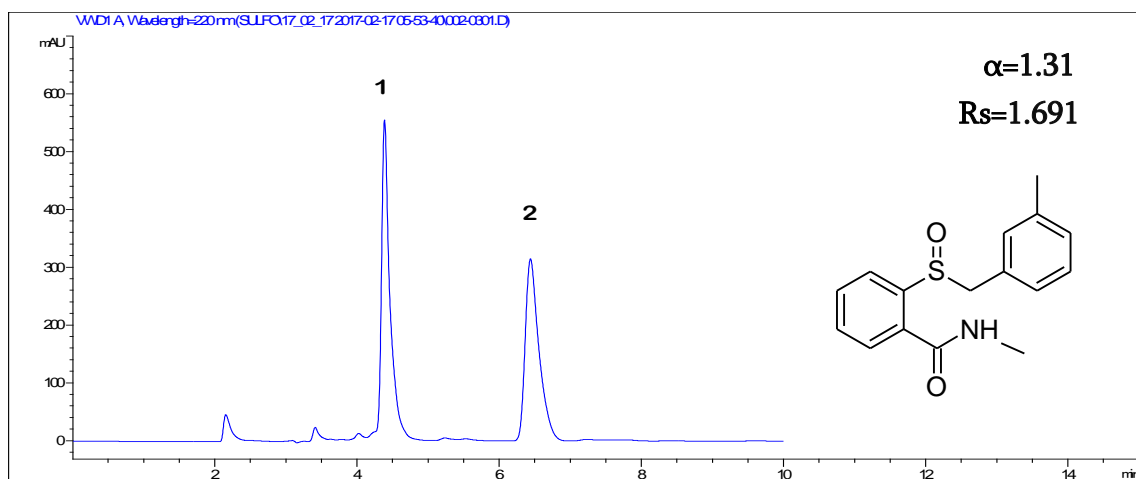


ენანტიოსელექტივობა გაიზარდა შეინიშნა ცელულოზა ტრის (ფენილკარბამატ)-ზე ანალიზების შემთხვევაშიც ორთო-დან პარა- მდგომარეობაში ჩამნაცვლების გადანაცვლებისას (ნახ. 3.4; ნახ. 3.5):

ა)



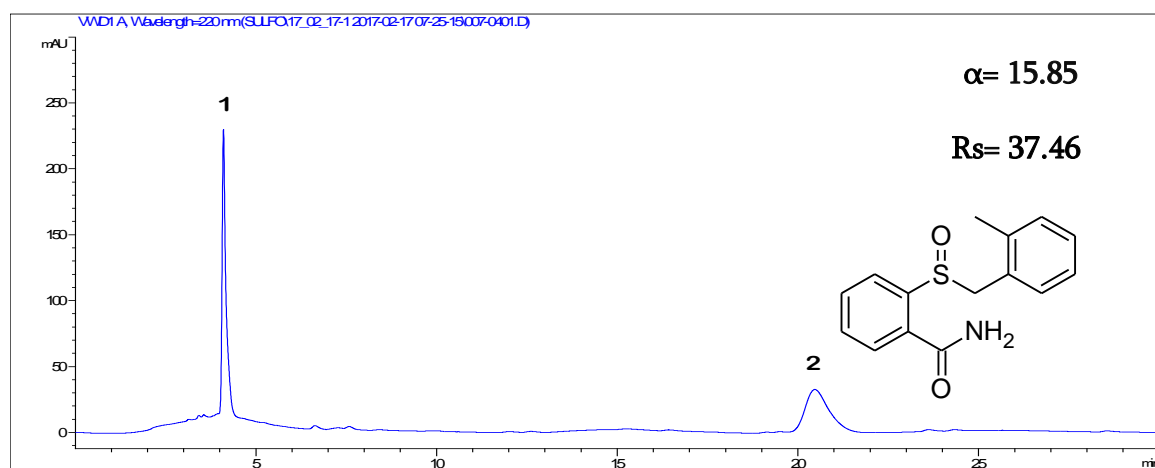
ბ)



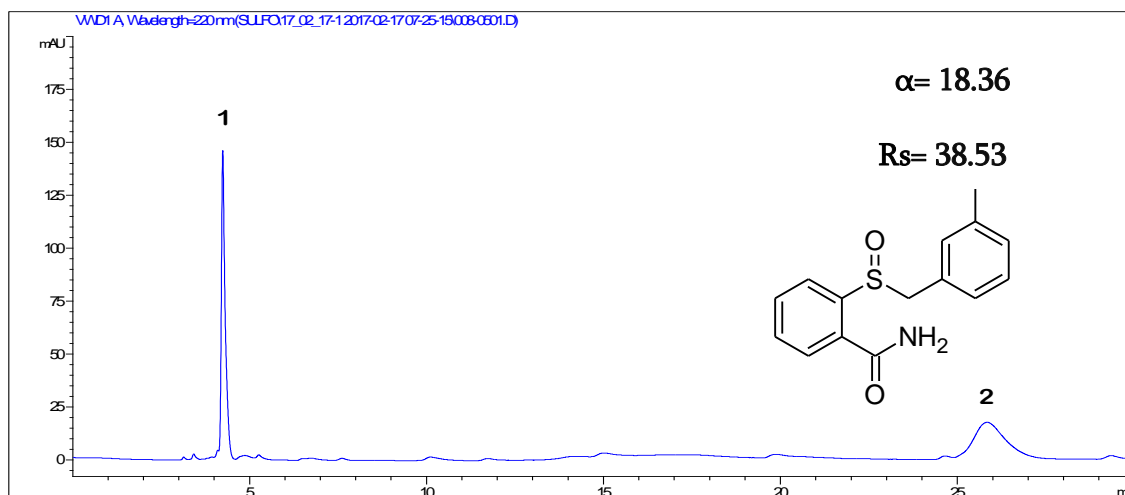
ნახ. 3.4 ა) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდი

ბ) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდი

ა)



ბ)

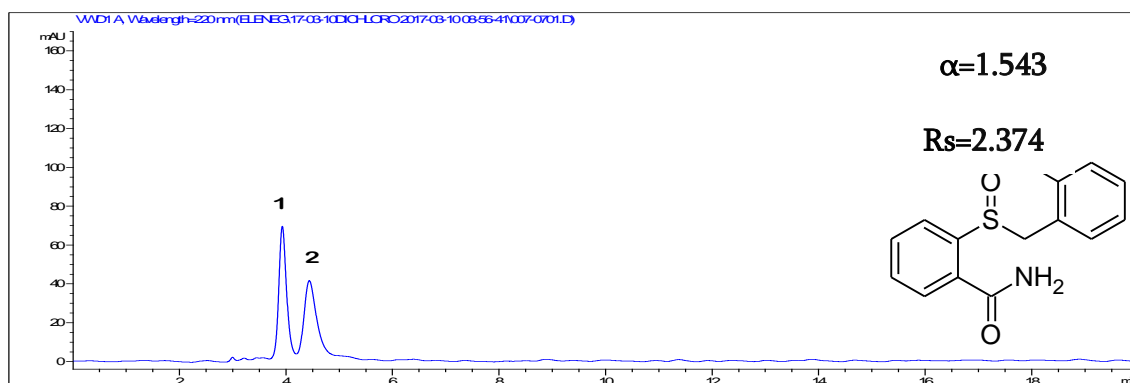


ნახ. 3.5 ა) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი

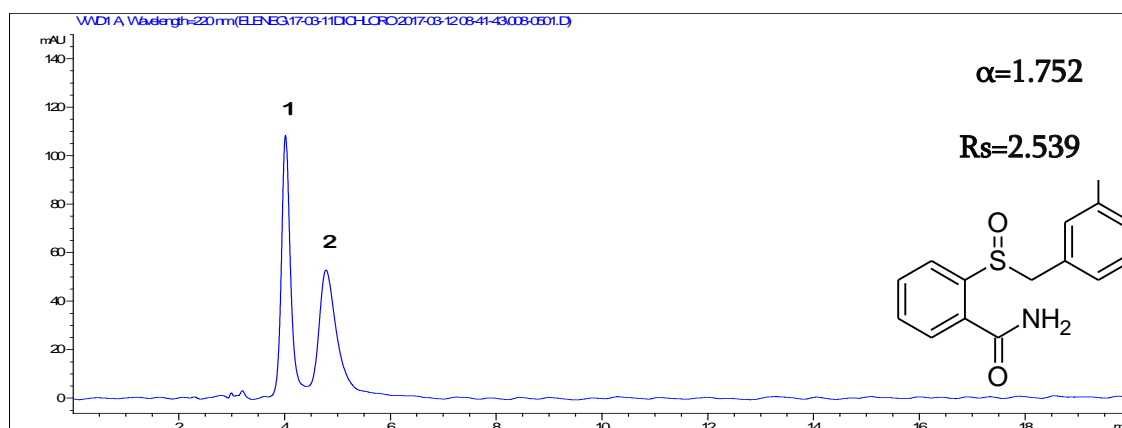
ბ) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი

ცელულოზა ტრის (2,3-დიქლორფენილკარბამატ)-ზე ჩატარებული ზოგიერთი ანალიზის შედეგი (ნახ. 3.6):

ა)



ბ)

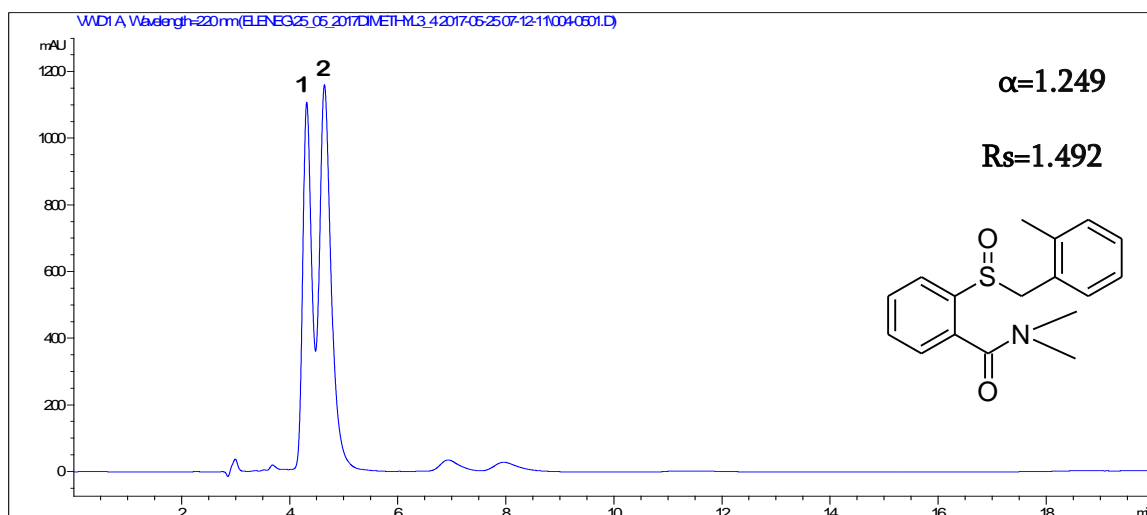


**ნახ. 3.6 ა) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი**

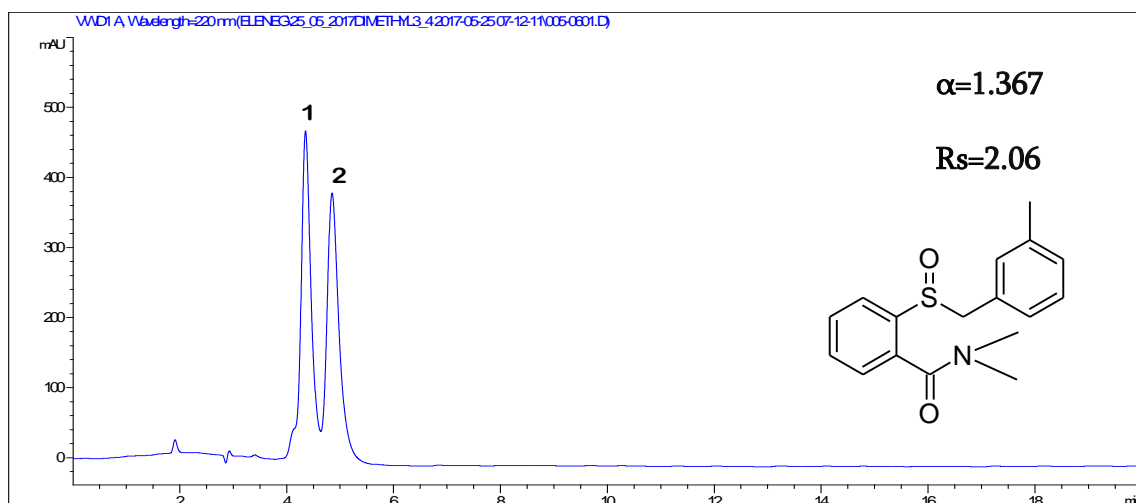
**ბ) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდი**

ცელულოზა ტრის (2-მეთილფენილკარბამატ)-ზე ჩატარებული ანალიზების შემთხვევაში ჩამნაცვლებლის პოზიციის ცვლილებით შეიცვალა ენანტიოსელექტივობა (ნახ. 3.7):

ა)



ბ)

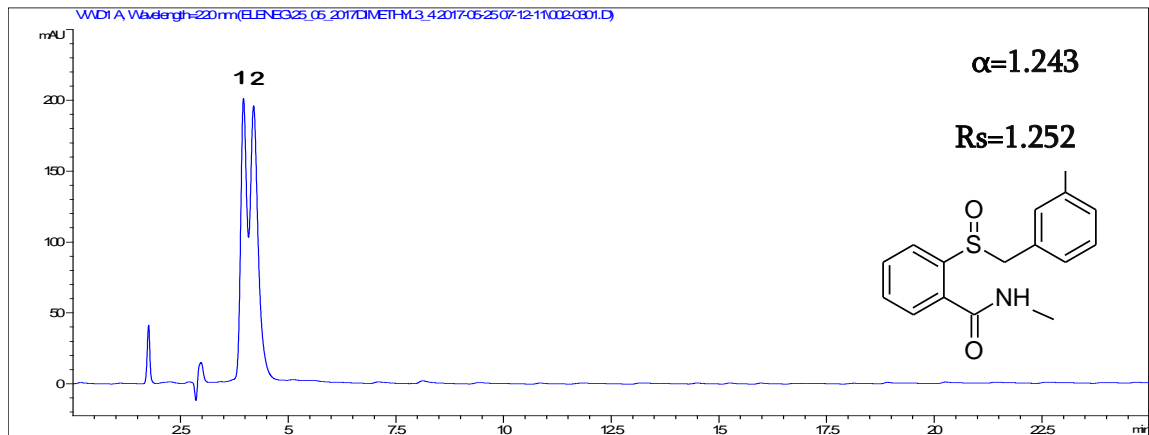


**ნახ. 3.7 ა) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდი**

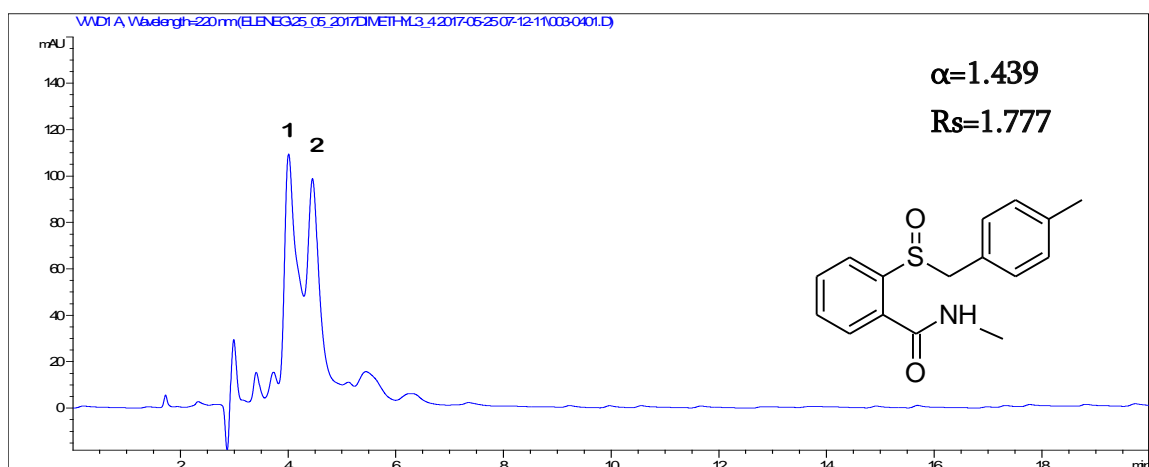
**ბ) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდი**

ცელულოზა ტრის (3,4-დიმეთილფენილკარბამატ)-ზე ჩატარებული ანალიზების ქრომატოგრამები (ნახ. 3.8):

ა)



ბ)



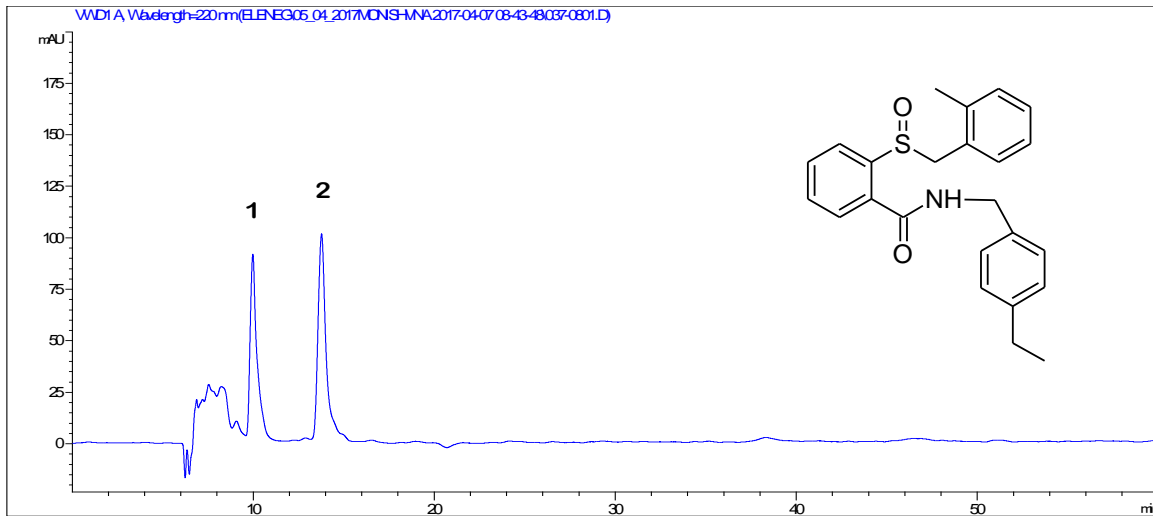
ნახ. 3.8 ა) 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდი

ბ) 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდი

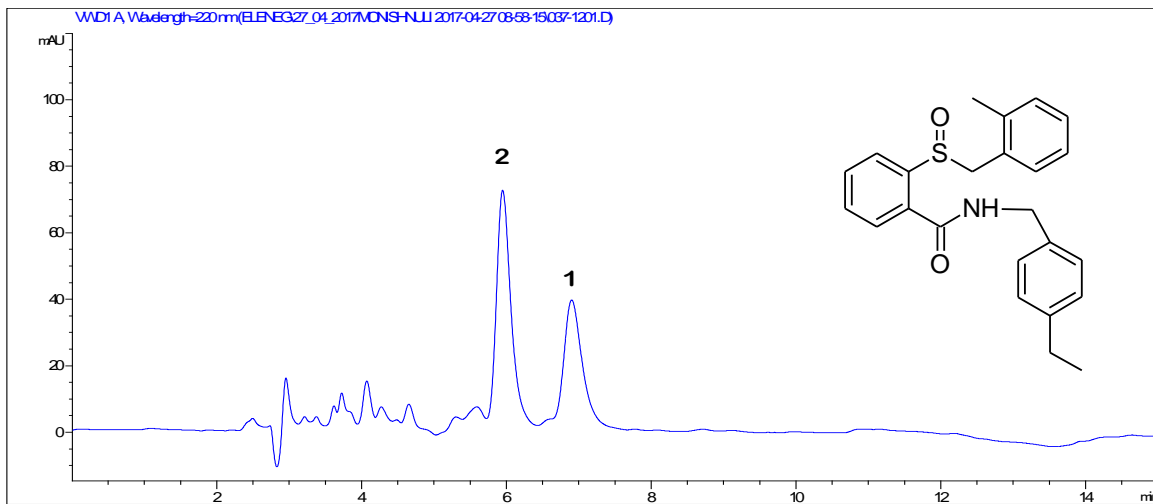
### 3.1. ელუირების რიგის ცვლილება

უძრავი ფაზის ცვლილებამ, ზოგიერთ შემთხვევაში, გამოიწვია ელუირების რიგის ცვლილება, ცელულოზა ტრის (4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი) - ქირალური სელექტორიდან ცელულოზა ტრის (3.5 - დიმეთილფენილკარბამატ)-ზე გადასვლისას (ნახ. 3.1.9; ნახ. 3.1.10; ნახ. 3.1.11):

ა)



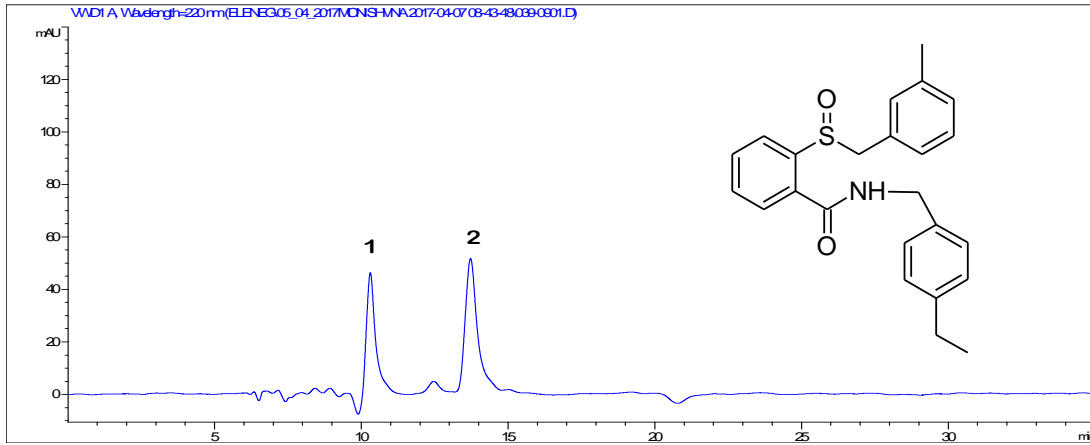
ბ)



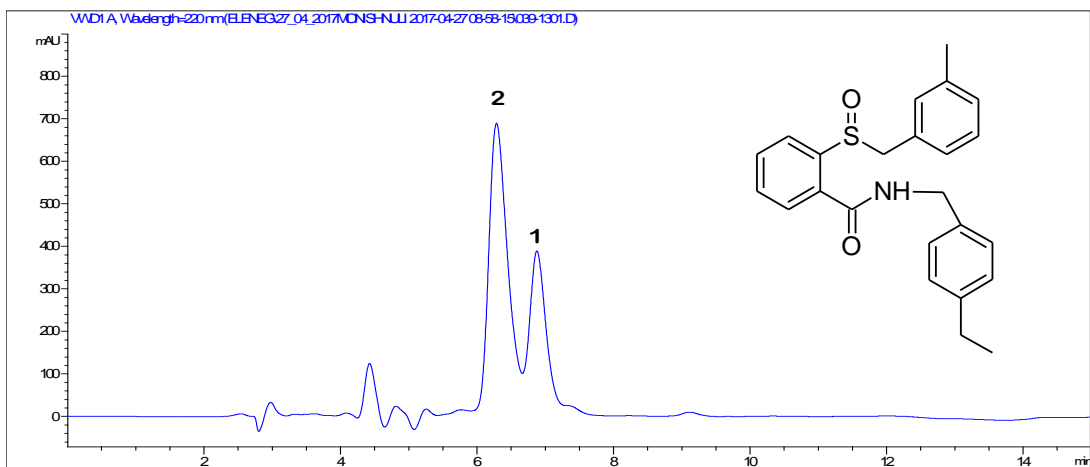
**ნახ. 3.1.9 ა)** 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

**ბ)** 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის (3.5 - დიმეთილფენილკარბამატი)

ა)



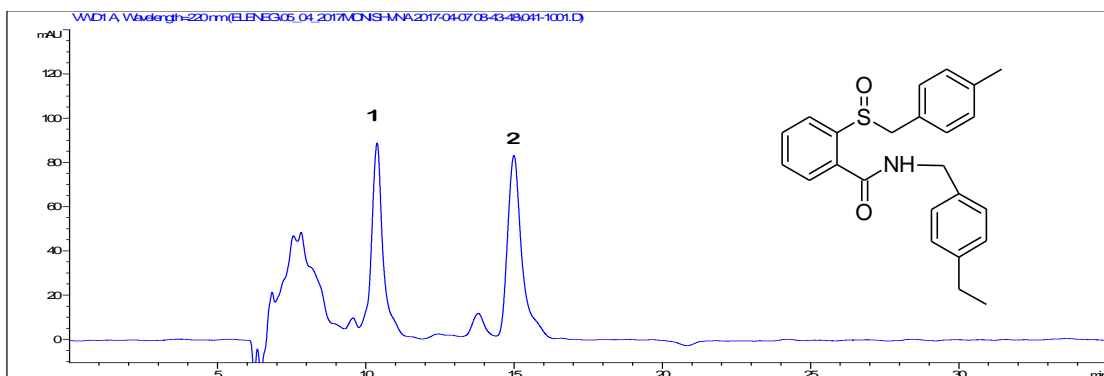
ბ)



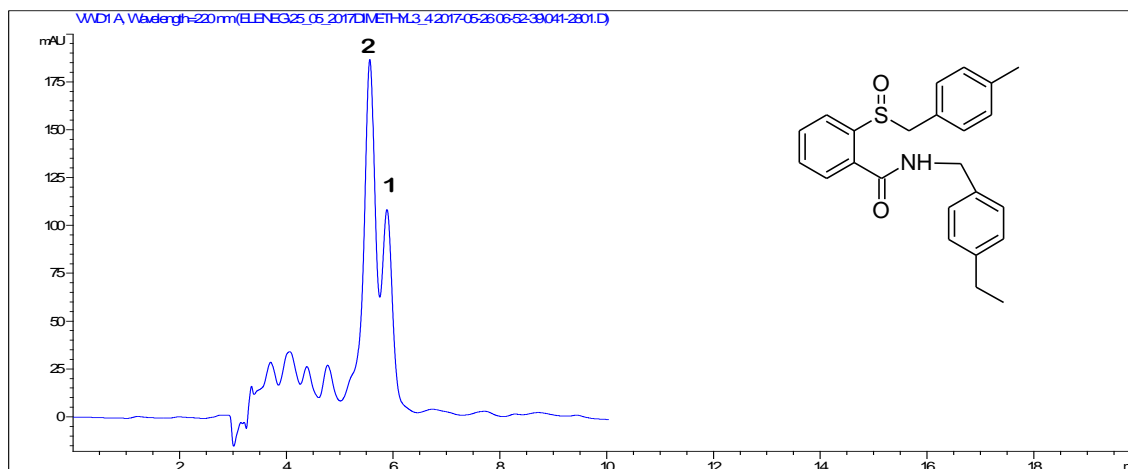
**ნახ. 3.1.10 ა)** 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N - მეთოქსიბენზილბენზამიდი ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

**ბ)** 2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N - მეთოქსიბენზილბენზამიდი ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(3,5-დიმეთილფენილკარბამატი)

ა)



ბ)

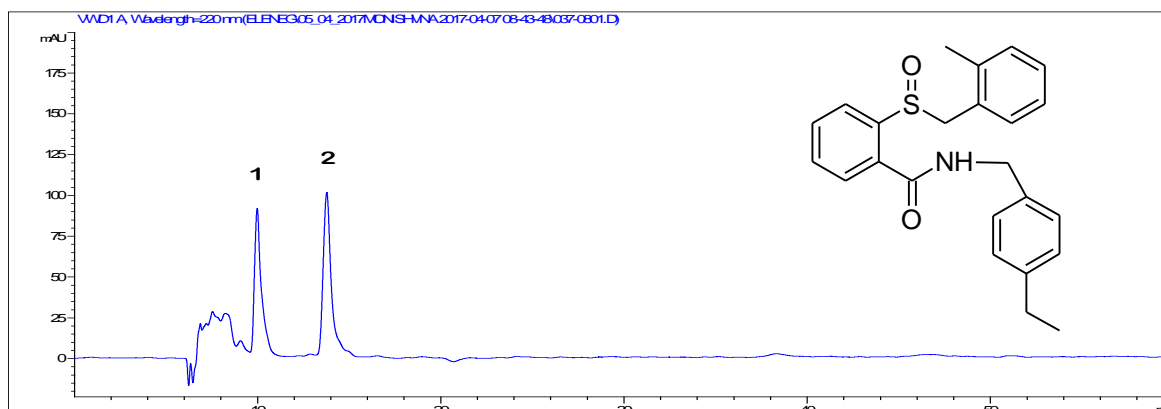


**ნახ. 3.1.11 ა)** 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზილბენზამიდი ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

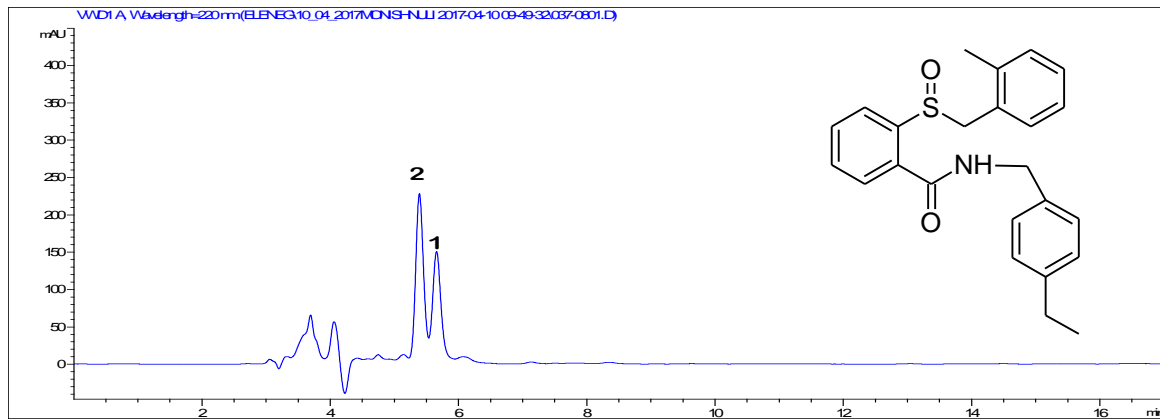
**ბ)** 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზილბენზამიდი ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის (3.5 – დიმეთილფენილკარბამატი)

ქირალური სელექტორის შეცვლამ გამოიწვია ელუირების რიგის ცვლილება, ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი) - უძრავი ფაზიდან ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატ) -ზე გადასვლისას (ნახ. 3.1.12; ნახ. 3.1.13):

ა)



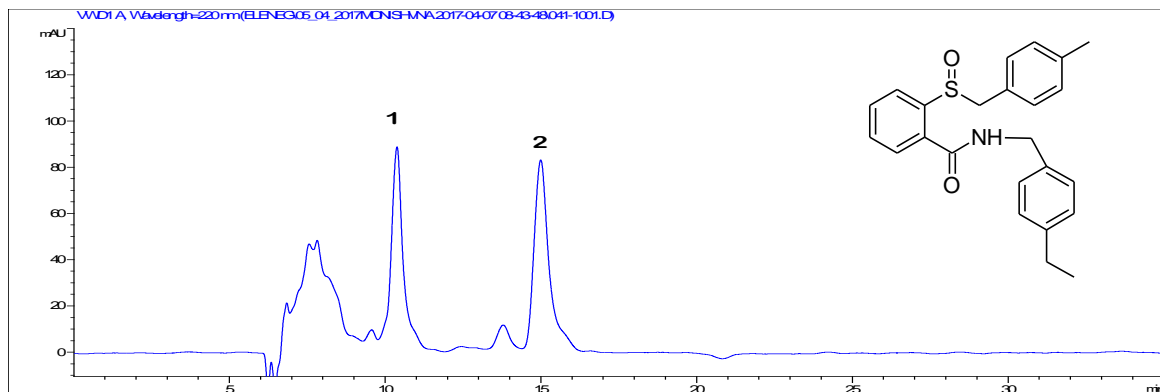
ბ)



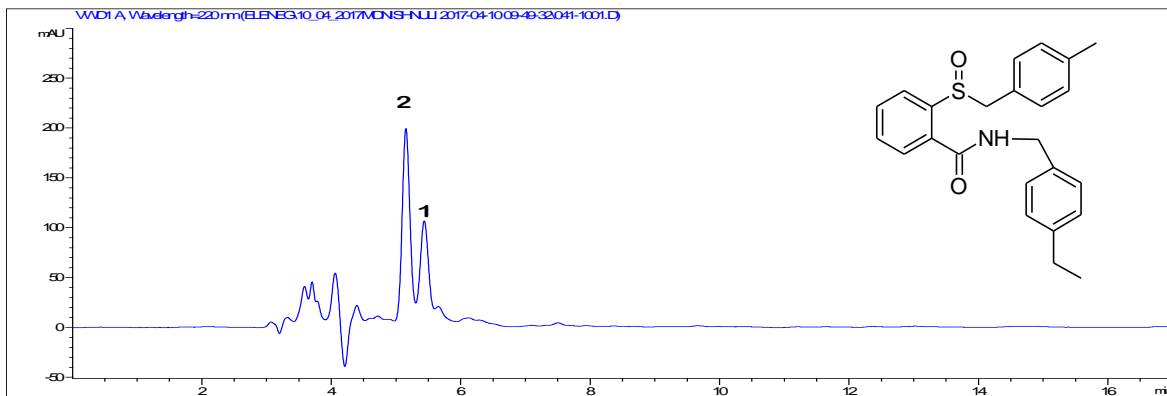
ნახ. 3.1.12 ა) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

ბ) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატი)

ა)



ბ)



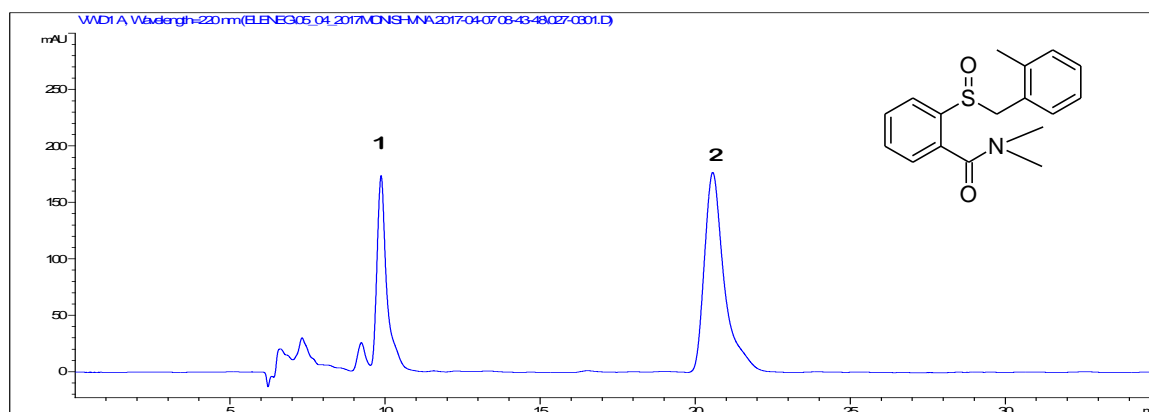


**ნახ. 3.1.13 ა)** 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

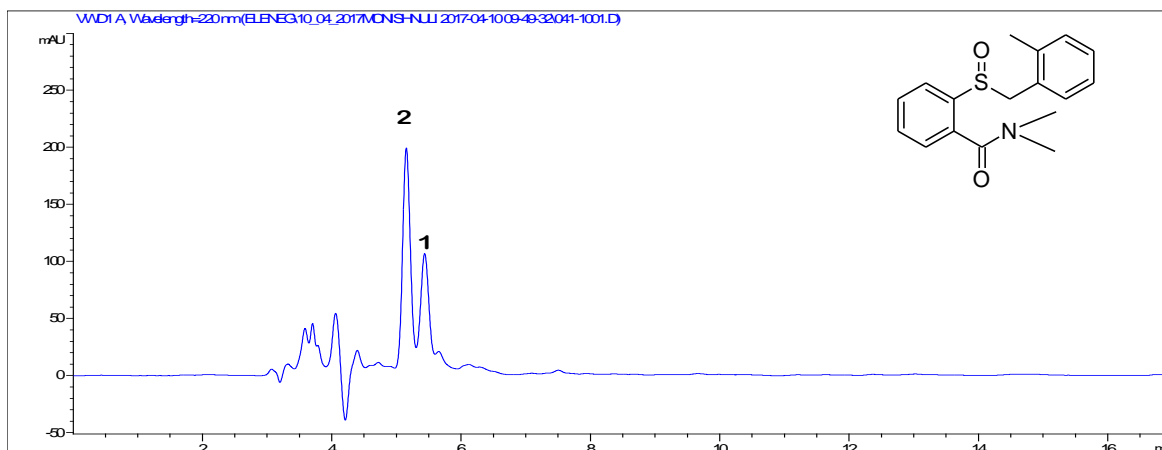
**ბ)** 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთოქსიბენზილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატი)

ქირალური სელექტორის შეცვლამ გამოიწვია ელუირების რიგის ცვლილება, ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი) - უძრავი ფაზიდან ამილოზა ტრის(3,5-დიმეთილფენილკარბამატი)-ზე გადასვლისას (ნახ. 3.1.14; ნახ. 3.1.15):

ა)



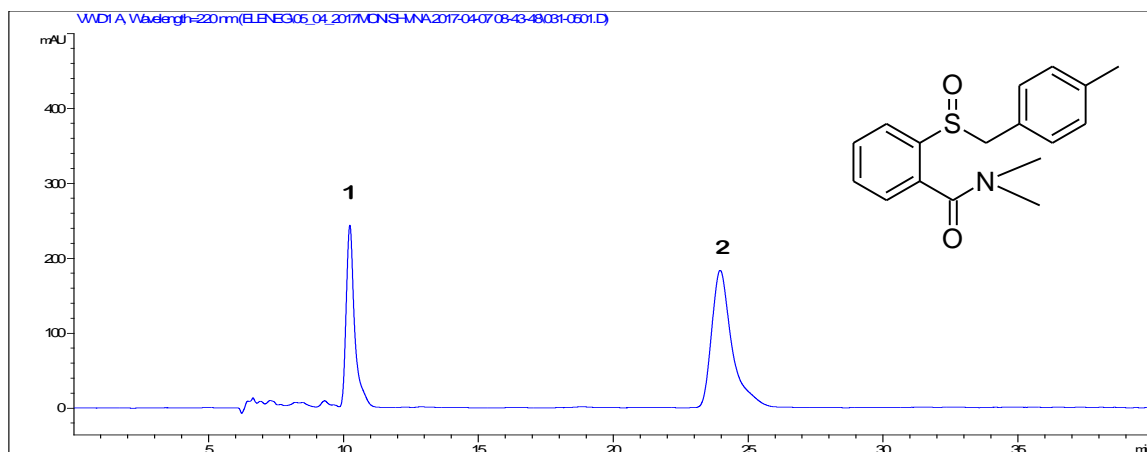
ბ)



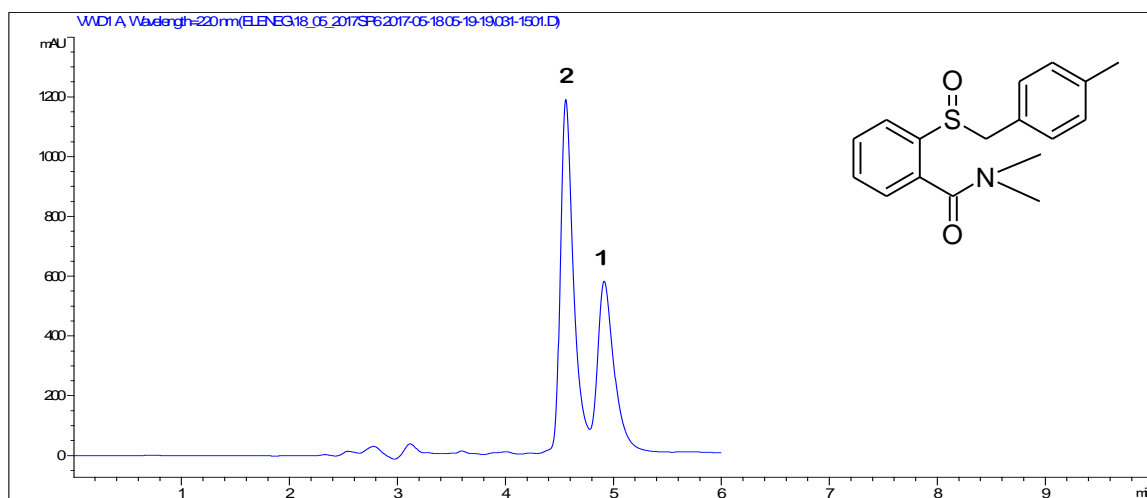
**ნახ. 3.1.14 ა)** 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

ბ) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატი)

ა)



ბ)

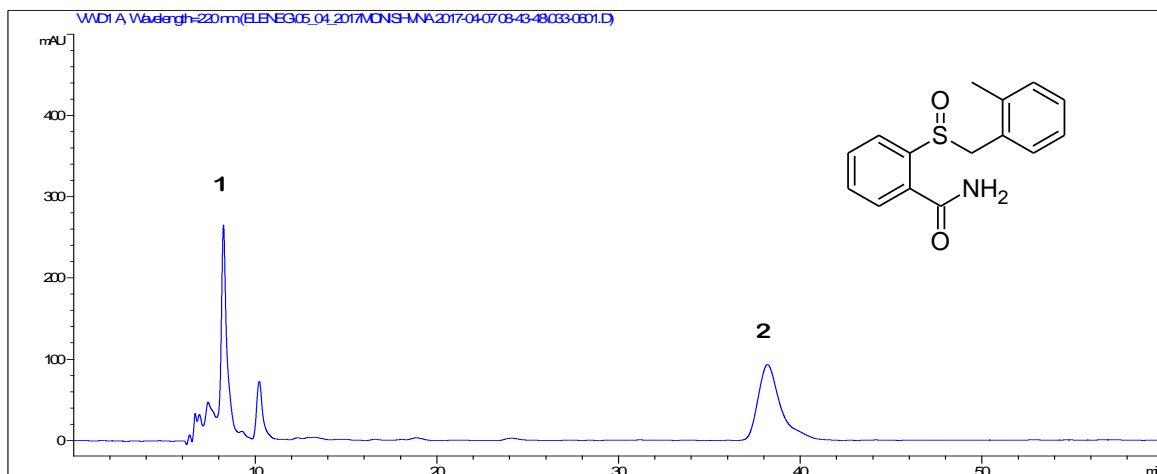


ნახ. 3.1.15 ა) 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

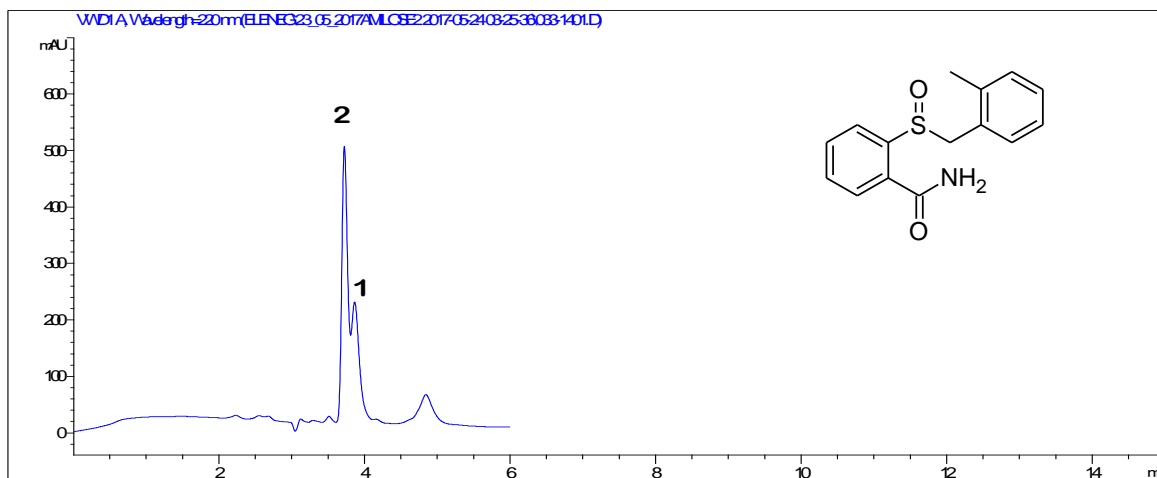
ბ) 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატი)

ქირალური სელექტორის შეცვლამ გამოიწვია ელუირების რიგის ცვლილება, ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი) - უძრავი ფაზიდან ამილოზა (2-ქლორო-5-მეთილფენილკარბამატი)-ზე გადასვლისას (ნახ. 3.1.16):

ა)



ბ)

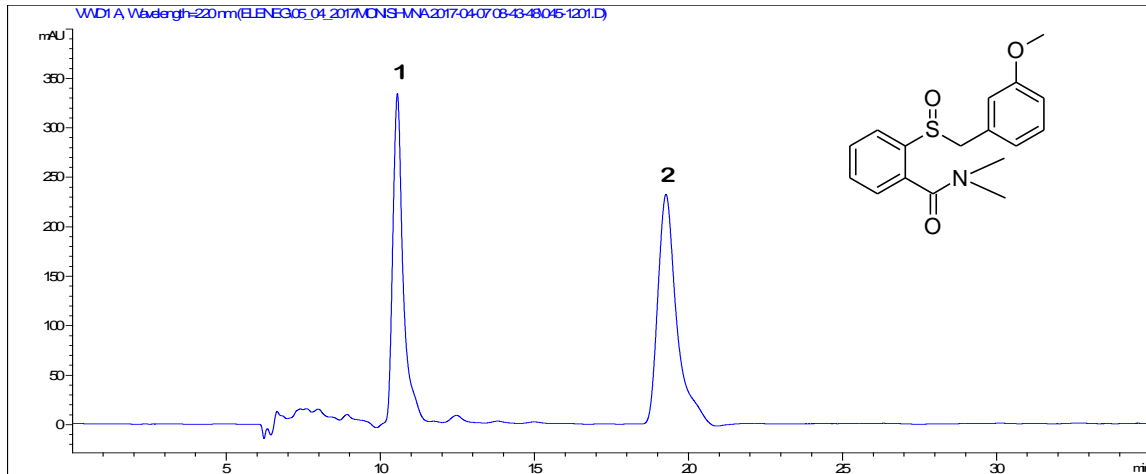


ნახ. 3.1.16 ა) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

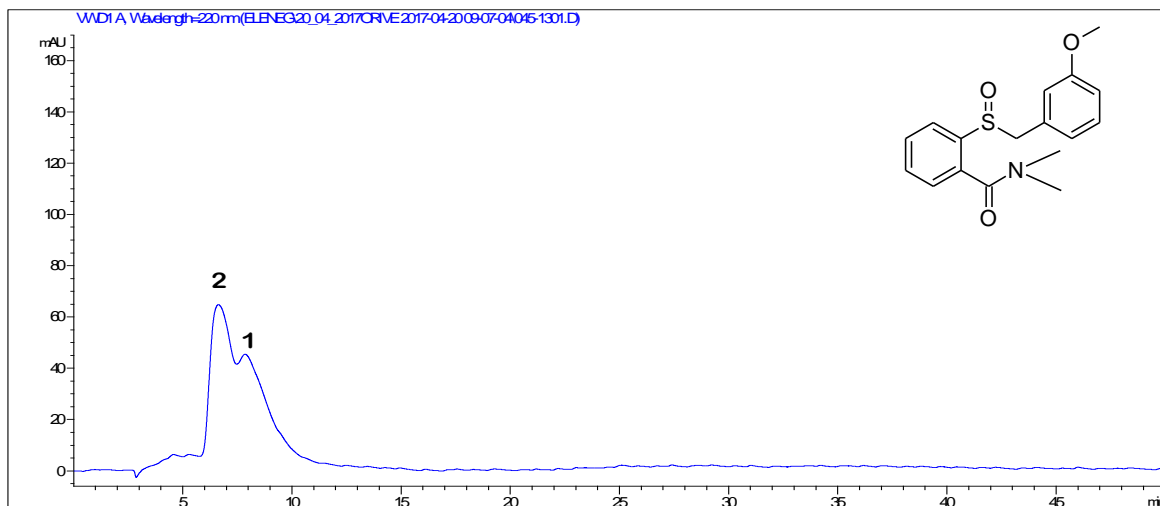
ბ) 2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) ბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატი)

ქირალური სელექტორის შეცვლამ გამოიწვია ელუირების რიგის ცვლილება, ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი) - უძრავი ფაზიდან ცელულოზა ტრის (2,5-დიქლორფენილკარბამატი)-ზე გადასვლისას (ნახ. 3.1.17):

ა)



ბ)

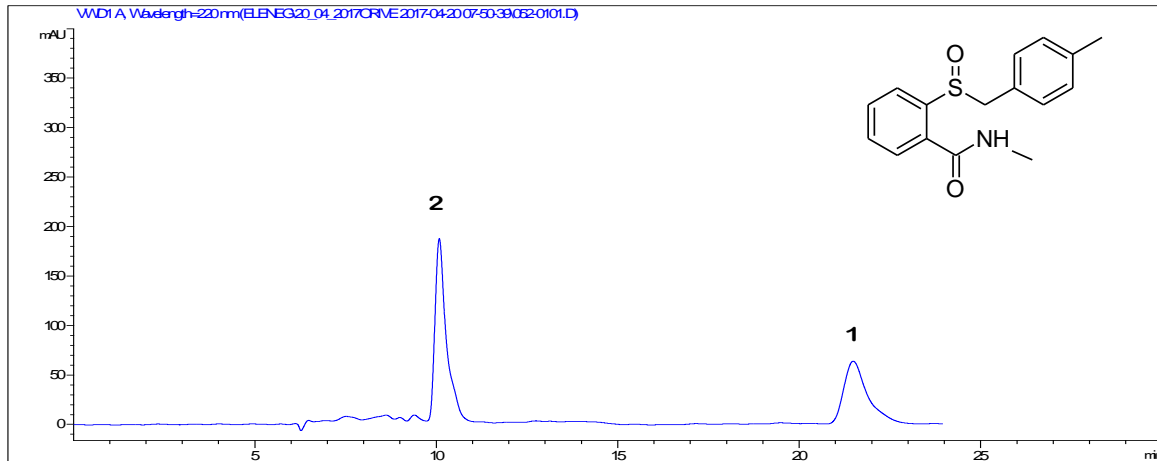


**ნახ. 3.1.17 ა)** 2-(3-მეთოქსიბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

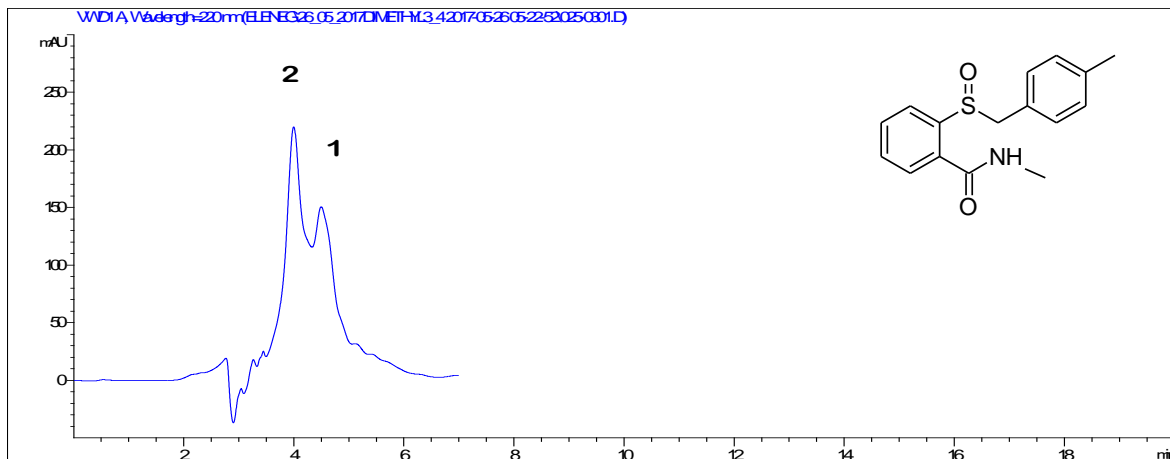
**ბ)** 2-(3-მეთოქსიბენზილსულფინილ) N,N-დიმეთილბენზილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატი)

ქირალური სელექტორის შეცვლამ გამოიწვია ელუირების რიგის ცვლილება, ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი) - უძრავი ფაზიდან ცელულოზა ტრის (3,4-დიმეთილფენილკარბამატი)-ზე გადასვლისას (ნახ. 3.1.18):

ა)



ბ)

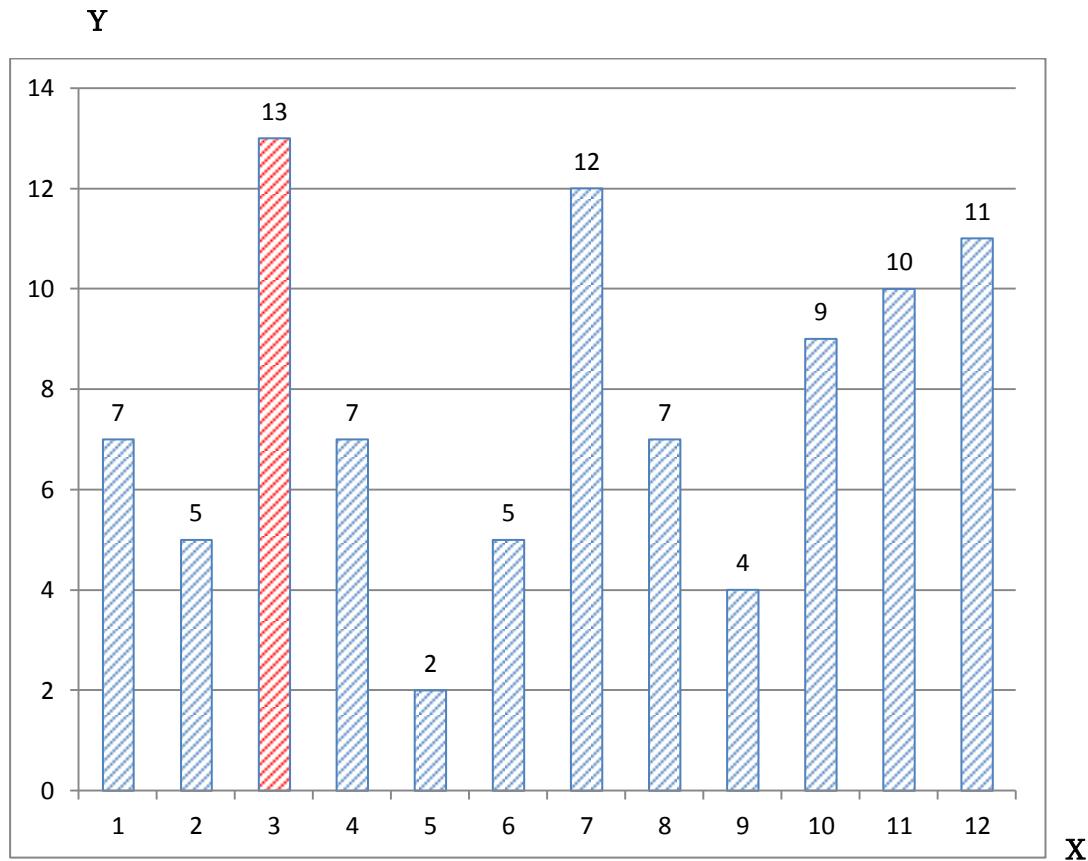


ნახ. 3.1.18 ა) 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)

ბ) 2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-მეთილბენზამიდის ქრომატოგრამა, ქირალური სელექტორი - ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატი)

### 3.2. ენანტიომერების დაყოფის და მათი ელუირების რიგის ცვლილების უნარი სხვადასხვა პოლისაქარიდულ ქირალურ სელექტორებზე

დაყოფილი ენანტიომერების რაოდენობა სხვადასხვა პოლისაქარიდულ ქირალურ სელექტორებზე (ნახ. 2.3.19):



**ნახ. 3.2.19** ენანტიომერებად დაყოფილი ნივთიერებების რაოდენობა სხვადასხვა პოლისაქარიდულ ქირალურ სელექტორებზე

**X** ღერძზე მოთავსებულია შემდეგი ქირალური პოლისაქარიდული ქირალური სელექტორები ნუმერაციის მიხედვით:

- 1) ცელულოზა ტრის (3-ქლორო-4-მეთილფენილკარბამატი)
- 2) ცელულოზა ტრის (4-მეთილბენზოატი)
- 3) ცელულოზა ტრის (4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)
- 4) ამილოზა ტრის (3,5-დიმეთილფენილკარბამატი)
- 5) ამილოზა ტრის (2-ქლორო-5-მეთილფენილკარბამატი)
- 6) ცელულოზა ტრის (2,5-დიქლორფენილკარბამატი)
- 7) ცელულოზა ტრის (2,4-დიქლორფენილკარბამატი)

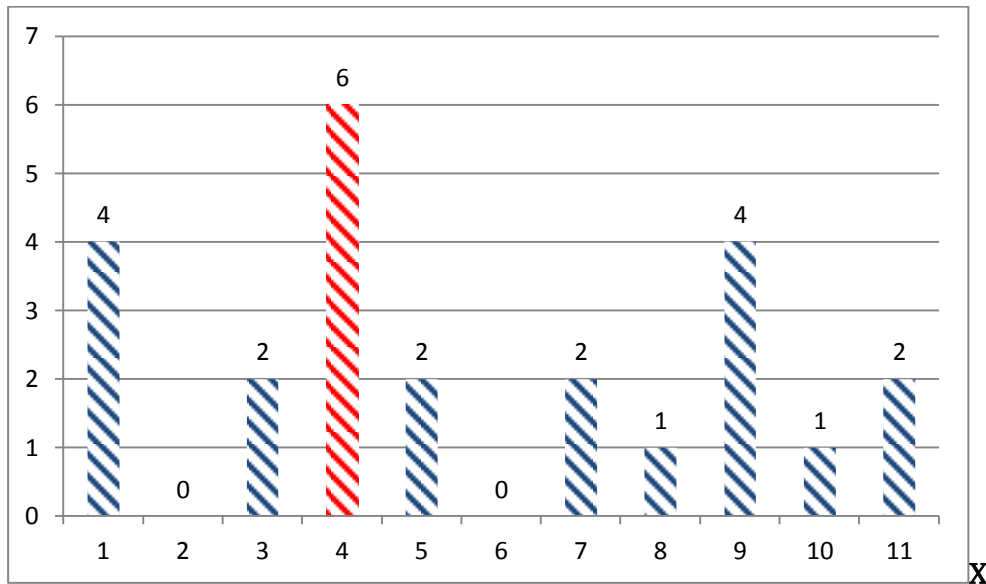
- 8) ცელულოზა ტრის (2,3-დიქლორფენილკარბამატი)
- 9) ცელულოზა ტრის (ფენილკარბამატი)
- 10) ცელულოზა ტრის (2-ქლორფენილკარბამატი)
- 11) ცელულოზა ტრის (3,4-დიმეთილფენილკარბამატი)
- 12) ცელულოზა ტრის (3.5 – დიმეთილფენილკარბამატი)

ხოლო, Y ღერძზე მოცემულია დაყოფილი ქირაულური სულფოქსიდების რაოდენობები ქირაულური სელექტორების მიხედვით.

მონაცემებიდან ჩანს, რომ დაყოფილი ნივთიერებების რაოდენობით გამოირჩევა ცელულოზა ტრის (4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი), რომელზეც ყველა გაანალიზებული სულფოქსიდი დაიყო და, ასევე, ცელულოზა ტრის (2,4-დიქლორფენილკარბამატი), რომელზეც 13 ნივთიერებიდან 12 ის ენანტიომერების დაყოფა მოხერხდა.

მოცემულ დიაგრამაზე ნაჩვენებია ცელულოზა 4-დან (ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)) სხვა პოლისაქარიდულ სვეტებზე გადასვლით ენანტიომერების ელუიერების რიგის შებრუნება (ნახ. 3.2.20):

Y



**ნახ. 3.2.20.** ნივთიერებების რაოდენობა, რომელთა ენანტიომერებმა შეიცვალეს ელუიერების რიგი ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი)-დან სხვა პოლისაქარიდულ ქირაულურ სელექტორებზე გადასვლისას

**X** ღერძზე ნუმერაციის მიხედვით მოთავსებულია შემდეგი ქირალური პოლისაქარიდული სელექტორები:

- 1) ცელულოზა ტრის(3-ქლორო-4-მეთილფენილკარბამატი)
- 2) ცელულოზა ტრის(4-მეთილბენზოატი)
- 3) ამილოზა ტრის(3,5-დიმეთილფენილკარბამატი)
- 4) ამილოზა ტრის(2-ქლორო-5-მეთილფენილკარბამატი)
- 5) ცელულოზა ტრის (2,5-დიქლორფენილკარბამატი)
- 6) ცელულოზა ტრის (2,4-დიქლორფენილკარბამატი)
- 7) ცელულოზა ტრის (2,3-დიქლორფენილკარბამატი)
- 8) ცელულოზა ტრის (ფენილკარბამატი)
- 9) ცელულოზა ტრის (2-ქლორფენილკარბამატი)
- 10) ცელულოზა ტრის (3,4-დიმეთილფენილკარბამატი)
- 11) ცელულოზა ტრის(3.5 – დიმეთილფენილკარბამატი)

ხოლო, **Y** ღერძზე მოცემულია იმ ნივთიერებების რაოდენობები, რომლებმაც უძრავი ფაზის ცვლილების მიხედვით შეიცვალეს ენანტიომერების ელუირების თანმიმდევრობა.

მონაცემებიდან გამომდინარე, ცელულოზა ტრის (2,4-დიქლორფენილკარბამატი), თავისი სტრუქტურით, გამოირჩევა ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნების უნარით, ისევე, როგორც ენანტიომერების გამოცნობის შესაძლებლობით.



#### 4. დასკვნები

- ქირალურ გარჩევითობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს როგორც ქირალური სელექტორის, ასევე საანალიზო ნივთიერების ქიმიური სტრუქტურა.
- ენანტიომერების ელუირების რიგი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ქირალური სელექტორის ბუნებაზე.
- დაყოფების რაოდენობით გამოირჩევა ცელულოზა ტრის(4-ქლორო-3-მეთილფენილკარბამატი), რომელზეც ყველა გაანალიზებული სულფოქსიდი დაიყო და, ასევე, ცელულოზა ტრის (2,4-დიქლორფენილკარბამატი), რომელზეც 13 ნივთიერებიდან 12 ის ენანტიომერების დაყოფა მოხერხდა.
- ცელულოზა ტრის (2,4-დიქლორფენილკარბამატი) თავისი სტრუქტურით გამოირჩევა ენანტიომერების ელუირების რიგის შებრუნების უნარით, ისევე, როგორც ენანტიომერების გამოცნობის შესაძლებლობით.

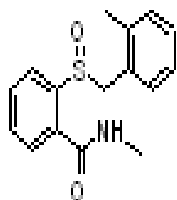
## 5. გამოყენებული ლიტერატურა

1. ლომსაძე ქ. ტ. ენანტიომერული ნარეგების დაყოფის ფიზიკურ-ქიმიური მექანიზმები კაპილარულ ელექტროფორეზში და ამ მეთოდების გამოყენება ბიოსამედიცინო და ფარმაცევტულ ანალიზში; ქიმ. მეცნ. კანდ. დისერტაცია. თბილისი, 2005.
2. H. Ates; D Mangelings; Y. V. Heyden. Chiral separations in polar organic solvent chromatography: Updating a screening strategy with new chlorine-containing polysaccharide-based Selectors. *Journal of Chromatography B*, 875, 2008 75-64.
3. Feibusch. B, E. Gil-Av, R. Charles-Singer, *Tetrahedr. Lett.*, Separation of enantiomers by gas liquid chromatography with an optically active stationary phase, 7 (1996) 1009-1015
4. Lien Ai Nguyen, Hua He, Chuong Pham-Huy. Chiral Drugs: An Overview. *International Journal of Biomedical Science, Int J Biomed Sci.* 2006 Jun; 2(2): 85-100.
5. Карпер П. Курс органической химии. Л.: Химическая литература. 1960. 131, 132
6. ანდრონიკაშვილი თ.; ამირხანაშვილი კ.; ბურკიაშვილი ნ. ქრომატოგრაფიის საწყისები. თბილისი 2006. 92
7. Veronika R. Meyer. *Practical High Performance Liquid Chromatography. Fourth Edition.* Switzerland 2004. 4
8. ხათუნა გოგოლაძე. ქირალური ბეტა ბლოკატორების ენანტიომერული ნარეგების დაყოფის ფიზიკო-ქიმიური მექანიზმების ზოგიერთი საკითხის კვლევა ახალი ტიპის პოლისაქარიდული ქირალური ფაზების გამოყენებით. ქიმიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 2015.
9. Fanali S. Haddad P.R. Poole C. Schoenmakers P. Lloyd D.K. *Liquid Chromatography: Fundamentals and Instrumentation.* Elsevier. Waltham. MA. USA. 2013. 3-4.
10. DeVault. D. The theory of chromatography. *Journal of the American Chemical Society.* 1943. Volume 65. 532-540.
11. Meyer V.R. *Practical High-Performance Liquid Chromatography.* John Wiley and Sons. (Fifth Edition). 2010. 10-25.

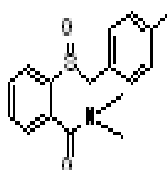
12. Tijssen. R. Billiet H.A.H. Schoenmakers P.J. Use of the solubility parameter for predicting selectivity and retention in chromatography J Chromatogra. 1976. A Volume 122. 185–203.
13. Rathore A.S. Horváth Cs. Separation parameters via virtual migration distances in high-performance liquid chromatography, capillary zone electrophoresis and electrokinetic chromatography. Journal of Chromatography A.1996. Volume 743. Issue 2. 231–246.
14. Lenhoff A.M. Significance and estimation of chromatographic parameters. Journal of Chromatography A. 1987. Volume 384. 285-299.
15. Taylor D.R. Maher K. Chiral Separations by High-Performance Liquid Chromatography. J. Chromatogr. Sci. 1992. Volume 30. 67-85.
16. Lüttringhaus A. Hess U. Rosenbaum H.J. Naturforsch Z. Konformations-Enantiomerie. I. Mitt.: Optisch aktives 4.5.6.7-Dibenzo-1.2-dithiacyclooctadien. Zeitschrift für Naturforschung. 1967. Volume 22b. 1296-1300
17. Hesse G. Hagel R. Eine vollständige Recemattennung durch eluitons-chromagographie an cellulose-tri-acetat. Chromatographia. 1973. Volume 6 Issue 6. 277-280
18. Ikai T. Okamoto Y. Structure Control of Polysaccharide Derivatives for Efficient Separation of Enantiomers by Chromatography. Chemical Reviews. 2009. Volume 109 Issue 11. 6077–6101
19. Gübitz G. Schmid M. Chiral separation by chromatographic and electromigration techniques. A review. Biopharmaceutics & Drug Disposition. 2001. Volume 22 Issue 7-8. 291-336
20. Ikai T. Yamamoto C. Kamigaito M. Okamoto Y. Enantioseparation by HPLC using phenylcarbonate, benzoylformate, p-toluenesulfonylcarbamate and benzoylcarbammates of cellulose and amylose as chiral stationary phases. Chirality. 2005. Volume 17 Issue 6. 299-304
21. A. Ichida, T. Shibata, I. Okamoto, Y. Yuki, H. Namikoshi, Y. Toda. Resolution of enantiomers by HPLC on cellulose derivatives. Chromatographia. 1984. Volume 19 Issue 4. 280-284
22. Okamoto Y. Aburatani R. Hatada K. Chromatographic chiral resolution: XIV. Cellulose tribenzoate derivatives as chiral stationary phases for high-performance liquid chromatography, Journal of Chromatography A. 1987. Volume 389. 95-102
23. Okamoto Y. Kawashima M. Hatada K. Chromatographic resolution: XI. Controlled chiral recognition of cellulose triphenylcarbamate derivatives supported on silica gel. Journal of Chromatography A. 1986. Volume 363 Issue 2 173-186

24. Chankvetadze B. Recent developments on polysaccharide-based chiral stationary phases for liquid-phase separation of enantiomers. *Journal of Chromatography A*. 2012. Volume 1269. 26-51
25. B. Chankvetadze, E. Yashima, Y. Okamoto. Dimethyl-, dichloro- and chloromethylphenylcarbamates of amylose as chiral stationary phases for high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*. 1995. Volume 694 Issue 1. 101-109
26. Chankvetadze B. Chankvetadze L. Sidamonidze Sh. Kasashima E. Yashima E. Okamoto Y. 3-Fluoro-, 3-chloro- and 3-bromo-5-methylphenylcarbamates of cellulose and amylose as chiral stationary phases for high-performance liquid chromatographic enantioseparation. *Journal of Chromatography A*. Volume 787 Issue 1-2. 67-77
27. ჯიბუტი გ. „ქირალური ნივთიერებების დაყოფის ოპტიმიზაცია მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფიაში პოლისაქარიდული ქირალური სტაციონარული ფაზების გამოყენებით“, სადისერტაციო ნაშრომი, თბილისი, 2014
28. Tijssen. R. Billiet H.A.H. Schoenmakers P.J. Use of the solubility parameter for predicting selectivity and retention in chromatography *J Chromatogra*. 1976. A Volume 122. 185–203
29. Felinger A. Cavazzini A. *Kinetic Theories of Liquid Chromatography*. *Liquid Chromatography*. 1st Edition Applications. (Editor) Salvatore Fanali, Paul R. Haddad, Colin Poole, Peter Schoenmakers and David K. Lloyd . 2013. 19-40.
30. Van Deemter J.J. Zuiderweg F.J Klinkenberg A. Longitudinal diffusion and resistance to mass transfer as causes of nonideality in chromatography. *Chemical Engineering Science*. 1956. Volume 5. 271-289.

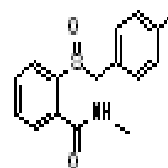
## დანართი



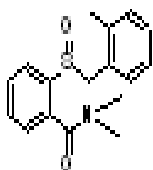
2-(2-მეთილბენზილსულფინილ)  
N-მეთილბენზამიდი



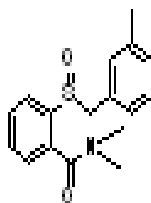
2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-  
დიმეთილბენზამიდი



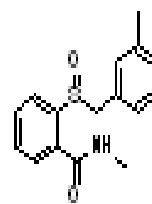
2-(4-მეთილბენზილსულფინილ)  
N-მეთილბენზამიდი



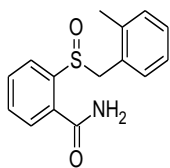
2-(2-მეთილბენზილსულფინილ)  
N,N-დიმეთილბენზამიდი



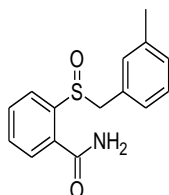
2-(3-მეთილბენზილსულფინილ)  
N,N-დიმეთილბენზამიდი



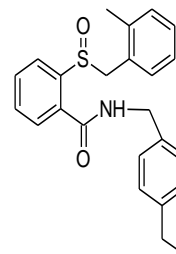
2-(3-მეთილბენზილსულფინილ)  
N-მეთილბენზამიდი



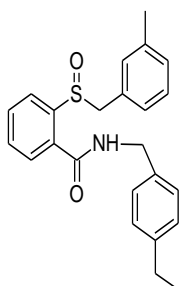
2-(2-მეთილბენზილსულფინილ)  
ბენზამიდი



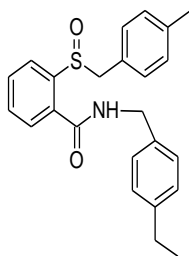
2-(3-მეთილბენზილსულფინილ)  
ბენზამიდი



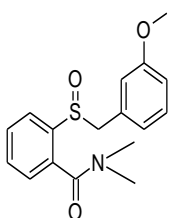
2-(2-მეთილბენზილსულფინილ) N-  
მეთოქსიბენზილბენზამიდი



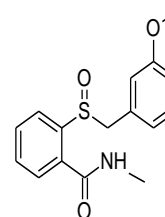
2-(3-მეთილბენზილსულფინილ)  
N-მეთოქსიბენზილბენზამიდი



2-(4-მეთილბენზილსულფინილ) N-  
მეთოქსიბენზილბენზამიდი



2-(3-მეთილბენზილსულფინილ) N,N-  
დიმეთილბენზილბენზამიდი



2-(3-მეთოქსიბენზილსულფინილ)  
N-მეთილბენზილბენზამიდი