

TDK DOLGOZAT



Csondor Luca
Pécs, 2024.

Lezárás dátuma: 2025. 01. 08.

**PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM ÁLTALÁNOS ORVOSTUDOMÁNYI
KAR
ORVOSI KÉMIAI TANSZÉK**

**KÜLÖNBÖZŐ ÉRETTSÉGŰ CSIPKEBOGYÓK (*ROSA
CANINA*) KAROTINOID TARTALMÁNAK MINŐSÉGI
ÉS MENNYISÉGI MEGHATÁROZÁSA**

**Qualitative and quantitative determination of the
carotenoids during different ripening stages in rosehip
(*Rosa canina*)**

Témavezető:

Dr. Böddi Katalin

Pécsi Tudományegyetem, ÁOK,
Orvosi Kémiai Tanszék, adjunktus

Szerző:

Csondor Luca

Ciszterci Rend Nagy Lajos
Gimnáziuma és Kollégiuma, diák

**PÉCS
2024.**

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Köszönöm Dr. Böddi Katalin tanárnőnek, hogy sokat tanulhattam tőle és mindig számíthattam rá ha segítségre volt szükségem.

Köszönöm Dr. Petz Andrea, gimnáziumi kémia tanáromnak, hogy magasszintű kémiaoktatásban részesített.

Köszönöm Udud Alexandrának, gimnáziumi osztálytársamnak és kutatótársamnak a sok támogatást és az együtt végzett munka örömét.

Köszönettel tartozom még Dr. Nagy Veronika tanárnőnek, és az Orvosi Kémiai Tanszék Karotinoid kutatócsoportjának: Dr. Agócs Attilának, Rigó Juditnak és Jámborné Herczeg Erikának, hogy hozzájárultak segítségükkel a dolgozat létrejöttéhez.

Tartalom

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	3
BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
1. ANYAG- ÉS MÓDSZERTAN	7
1.1. BOGYÓK BEGYŰJTÉSE	7
1.2. SZÍNANYAGOK EXTRAHÁLÁSA	7
1.3. MINŐSÉGI MEGHATÁROZÁS HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY (HPLC)/NAGYHATÉKONYSÁGÚ FOLYADÉK KROMATOGRÁFIA	7
1.4. MENNYISÉGI MEGHATÁROZÁS ÖSSZKAROTIN-TARTALOM MEGHATÁROZÁSA SPEKTROFOTOMÉTERREL..	8
2. EREDMÉNYEK.....	10
2.1. KAROTINOIDOK AZONOSÍTÁSA	10
2.2. KAROTINOID-TARTALOM MEGHATÁROZÁSA	11
3. ÖSSZEFOGLALÁS	12
4. IRODALOMJEGYZÉK.....	13
MELLÉKLETEK.....	14

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A minket körülvevő természet szemet gyönyörködtető színvilágának vörös, sárga és narancssárga komponenseiért többek között a konjugált kromofórt tartalmazó karotinoidok a felelősek. Napjainkban több mint 700 természetben előforduló fajtáját ismerjük ezen színes tetraterpéneknek. A karotinoidokon belül 2 vegyületcsoportot különböztethetünk meg: a karotinokat (pl. β -karotin) és az oxigént is tartalmazó xantofilleket (pl. zeaxantin). Ezen vegyületcsoportok valamennyi tagja 8 db izoprén egységből épül fel, melyeket a $C_{40}H_{56}$ összegképlettel jellemezhetünk. A molekulák végén α -, illetve β -jonongyűrű található. A felszívódásuk és hasznosulásuk szempontjából fontos, hogy zsírolható apoláris vegyületek.

A karotinoidok a növényekben bioszintézis útján szintetizálódnak. Kiemelt szerepük létfontosságú a fotoszintézisben. A növényekben fénybegyűjtő antennakomplexekben helyezkednek el, ahol továbbítják a fényenergiából származó gerjesztési energiát a klorofilok felé és védelmet biztosítanak a fénykárosodás ellen az ún. xantofill ciklusban. A fényt a kék hullámhossz tartományban abszorbeálják. (Ördögné Dr. Kolbert, 2020.)

A növényvilágban ellátott feladatuk mellett meg kell említenünk az állatok és az ember szervezetére gyakorolt hatásaikat. A karotinoidok antioxidáns hatással rendelkeznek, amely alatt a szabadgyökmegkötő tulajdonságukat értjük, mellyel megakadályozzák a szabadgyökök (biokémiai folyamatok melléktermékeként létrejött reaktív oxigénszármazékok) által okozott sejtkárosodásokat (Medveckiené, Kulaitiené, Jariené, Vaitkeviciené, & Hallman, 2020.). A védekező reakció során a poliénlánc felhasad illetve oxidálódik, ezáltal intermedierekké alakulnak át, majd teljesen lebomlanak. Antimutagén hatásáról a daganatos megbetegedések megelőzése és kezelése kapcsán beszélhetünk, mely többszörösen bizonyított. Ezentúl csökkent a szív és érrendszeri betegségek kialakulásának kockázatát. Az emberi szervezetben egyik legismertebb képviselői, a lutein és a zeaxantin, melyek megfelelő mennyiségben való jelenléte elengedhetetlen az időskori látásromlás (makula degeneráció) megelőzésében. A szubsztituálatlan β - végcsoporttal rendelkező karotinoidok az A-vitamin előanyagai lehetnek. Ilyen például a β -karotin is, mely a látás szempontjából kiemelten fontos. Elsősorban sárgarépában, sütőtökben és sok más növényben találkozhatunk velük nagy mennyiségben. A sok jótékony hatását figyelembe véve kijelenthetjük, hogy a megfelelő mennyiségű zöldség- és gyümölcsbevitel kiemelten fontos az ember számára. Ehhez elsődleges forrást jelentenek a növények, melyek szintetizálják a karotinoidokat, valamint az ezen növényeket fogyasztó állatokból készült ételek. Egyik magas karotinoid tartalommal rendelkező, hazánkban is elterjedt növény termését, a csipkebogyót választottuk kutatásunk témájául.

A csipkebogyó a vadrózsa (*Rosa canina*) 1–2 cm hosszú, gömbölyű áltermése. A vadrózsa egy lombhullató, évelő cserje, mely a rózsafélék (*Rosaceae*) családjába tartozik. Európában, Észak-Afrikában és Nyugat-Ázsiában is egyaránt elterjedt. Széles körű megjelenésének oka rendkívüli tág tűrőképessége. Rossz minőségű, sziklás talajon is megél. Közepes magasságú, 2-3 méter magasra nő. Bogyóinak színe a narancssárgától a vörösig terjed. A bogyók tömege általában 1,25-3,25g között mérhető. A termés 71%-át a termésfal, 29%-át pedig a magok teszik ki (Selahvarzian, Alizadeh, Baharvand, Eldahshan, & Rasoulilian, 2018.).

Gyógyhatása régebb óta bizonyított, melyre elnevezéséből is következtethetünk. A „*Rosa canina*” azaz jelentése szerint „kutyarózsa” nevet azért kapta, mert a rómaiak is használták már veszett kutya harapásának kezelésére. A népgyógyászatban különböző betegségek gyógyítására a növény különböző részeit használták fel. Kiválóan alkalmas

fogínygyulladás illetve duzzadt vagy vérző fogíny kezelésére, melyek a skorbut (C-vitamin hiány) tünetei. Gyümölcsét asztma, hörghurut és megfázás esetén alkalmazzák, míg magjait legtöbbször a porckopás, reuma és köszvény gyógyítására javasolt készítmények gyártásánál használják fel. (Selahvarzian, Alizadeh, Baharvand, Eldahshan, & Rasoulia, 2018.) Olaját érzékeny, sérült vagy rozáceára hajlamos bőrre ajánlják a szakemberek. (MediNatural, 2024.) Teáját immunerősítő és roboráló hatása miatt az influenza megelőzésére és tüneteinek enyhítésére, illetve náthás megbetegedések kezelésekor alkalmazzák. (Bernáth, 2013.)

Gyógyhatása a benne lévő bioaktív anyagoknak köszönhető. A C-vitamin mellett tartalmaz E-vitamint, fenolsavat, bioflavonoidokat, tanninokat, pektint, szerves savakat, aminosavakat, illó olajokat, telítetlen zsírsavakat és karotinoidokat. Továbbá alternatív likopin forrásként is számon tartják, hiszen 100g bogyóban 2,9-35,2 mg van benne. (Selahvarzian, Alizadeh, Baharvand, Eldahshan, & Rasoulia, 2018.)

A csipkebogyóban előforduló bioaktív anyagok közül mi a karotinoidokat vizsgáltuk. A Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Karának Biokémiai és Orvosi Kémiai Intézetében idén 101. éve folyik a karotinoidok kutatása. A kutatócsoportnak ez idő alatt számos vezetője volt: Zechmeister László, Cholnoky László, Szabolcs József, Tóth Gyula. Jelenlegi vezetője Deli József professzor úr. A mérések során nagyon elővigyázatosnak és körültekintőknek kellett lennünk, hiszen nagyon érzékeny, termolabilis vegyületek: fény, levegő és savas közeg hatására könnyen elbomlanak.

A tanulmány célja az volt, hogy megtudjuk, melyik érési fázisban kell leszedni a bogyókat ahhoz, hogy gyógyhatásának hatásfokát optimalizáljuk. Feltételeztük, hogy minél több karotinoid van a bogyóban, gyógyhatásának hatásfoka annál nagyobb. Ehhez a különböző érettségű bogyók által tartalmazott karotinoidok minőségét és mennyiségét határoztuk meg különböző módszerek segítségével.

1. ANYAG- ÉS MÓDSZERTAN

1.1. Bogyók begyűjtése

A bogyókat Beremenden (é.sz. 45° 47' 33.201", k.h. 18° 26' 56.7738") és Pécsen (é.sz. 46° 5' 11.7636", k.h. 18° 13' 19.6134") erdőszéli cserjéről gyűjtöttük. A betakarítás egy alkalommal zajlott kézzel. A begyűjtött terméseket érettségük szerint válogattuk. 3 csoportba soroltuk őket színük alapján. Feldolgozásig hűtőben tároltuk 4 °C-on. A vizsgálatokat 2021 és 2022 években végeztük a Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Karának Orvosi Kémiai Tanszékén. A begyűjtött minta össztömege 548,99 gramm volt, ebből az érettek (L1) 280,60 grammot, az éretlenek (A1) 219,29 grammot, a túlértek (A2) pedig 49,10 grammot tettek ki.

1.2. Színanyagok extrahálása

A bogyókat körülvevő viaszos védőréteg eltávolítása, valamint a felületnövelés érdekében konyhai aprítógéppel ledaráltuk a bogyókat, majd vízelvonó- és savmegkötő-szerként kalcium-karbonátot (CaCO_3) használtunk. Továbbiakban egy előzőleg leírt cikket követtünk. A friss növényi mintákat kétszer tiszta acetonnal (CH_3COCH_3) extraháltuk. Vattás szűrést követően 34 °C-os vízfürdővel vákuumban bepároltuk, majd a kapott szilárd anyagot dietil-éterben ismét feloldottuk. Az extraktumot metanolos (CH_3OH) kálium-hidroxid (KOH) oldattal egy éjszakán át elszappanosítottuk. Vízzel való ötszöri átmosással semlegesítettük a keveréket, majd a nátrium-szulfáttal (Na_2SO_4) szárított mintánkat ismét bepároltuk. A visszamaradt szilárd extraktumot benzolban oldottuk és +4 °C-on tároltuk. (Murillo, és mtsai., 2021.)

1.3. Minőségi meghatározás

High-performance liquid chromatography (HPLC)/Nagyhatékonyságú Folyadék Kromatográfia

A HPLC a kromatográfiás elválasztási módszerek közé tartozik, amelyknél egy keverék komponenseinek szétválasztása két egymással érintkező fázis közötti megoszlási különbség alapján történik. A nagyhatékonyságú folyadék kromatográfiás elválasztási módszer kiválóan alkalmas olyan elegyek vizsgálására, melyek nem párolognak olyan könnyen, hőérzékenyek és nagy tömegű molekulákból épülnek fel. Legfontosabb részei a mozgó fázis, az álló fázis, a pumpa, az injektor, a termosztát és a detektor, valamint nem feledkezhetünk meg a hozzá kapcsolt számítógépről sem, hiszen az egészet ez irányítja egy szoftver segítségével. Elsőként az injektoron (mintaadagolón) keresztül befecskendezzük a mintánkat, majd a mozgófázis áramlása teszi lehetővé a mintakomponensek mozgását az állófázis szemcséi között. A pumpa biztosítja a mozgófázis folyamatos és előre meghatározott áramlását. Az

eluens egy indifferens folyadékelegy, mely kis viszkozitású, megfelelő polaritású, megfelelő UV fény áteresztő-képességű, nem toxikus és nem túl illékony anyag. Az álló fázis pedig egy olyan indifferens szilárd anyag, mely kis szemcseméretű, porózus és nagy fajlagos felülettel rendelkezik. Ahogy a minta eléri az álló fázist, szorpciós-deszorpciós kölcsönhatások jönnek létre a minta és az álló fázis molekulái között. Ezen kölcsönhatások erőssége függ a szétválasztandó molekulák funkció csoportjainak polaritásától és számától valamint a molekulák térszerkezetétől és méretétől. Az elválasztás azáltal jön létre, hogy az elegy molekulái eltérő ideig tartózkodnak az álló fázisban, vagy annak felületén. Az erősebben kötődő komponensek több, míg a gyengébben kötődő anyagok kevesebb időt töltenek el az oszlopon. Az oszlopról eluálódó anyagok észlelése a detektor feladata, mely egy számítógépen megjelenő jel-idő függvényt generál, amit kromatogramnak nevezünk. A termosztát az állandó hőmérséklet biztosításáért felel. (Dr. Saurabh & Dr. Deepak, 2014.)

Esetünkben az adszorpciós fordított fázisú kromatográfiás elválasztáshoz C30 alkiláncokkal módosított szilikagél volt az állófázis (erősen apoláris). A mozgófázis összetételét (polaritását) pedig egy előre meghatározott programnak megfelelően változtattuk, így téve lehetővé a nagyon hasonló polaritású mintakomponensek elválasztását.

Az általunk használt HPLC készülék (*Thermo Scientific Ultimate 3000, Thermo Fisher Scientific Inc, Sunnyvale, CA, USA*) egy *Dionex LPG 3400 SD gradients* pumpával, *Rheodyne* injektorral (*Rheodyne, California, USA*) és egy *Thermo Scientific DAD 3000 RS-UV-VIS* (*Thermo Fisher Scientific Inc, Sunnyvale, CA, USA*) diódasoros detektorral dolgozik. A kromatogramokat 450 nm-es hullámhosszon detektáltuk a *Chromeleon 7.2* szoftver segítségével. Állófázisként egy (250 x 4,6 mm) C₃₀-as oszlopot, mozgófázisként pedig metanol (CH₃OH), terc-butil-metil-éter ((CH₃)₃COCH₃) és víz kétféle térfogatarányú (A=81:15:4; B=6:90:4 V/V%) keverékét használtuk. Az elválasztás 1 ml/min áramlási sebesség mellett és 24 °C-on zajlott. Az injektált térfogat 20 µl volt.

1.4. Mennyiségi meghatározás

Összkarotin-tartalom meghatározása spektrofotométerrel

Mivel a karotinoidokban található kettős kötések száma változó, illetve a végcsoportjaik sem azonosak, a szerkezetükből adódóan más fényelnyelési maximumokkal rendelkeznek. A karotinoidok mennyiségét nem egyesével határoztuk meg, hanem összkarotinoid tartalomhoz végeztünk spektrofotometriai méréseket és számítottunk karotinoid-tartalmat. A sárga karotinoidok tartalmát a luteinre, a piros karotinoidok mennyiségét a kapszorubinra, mint referencia karotinoidra vonatkoztattuk. A minták fényelnyelését két hullámhosszon mértük meg. 445nm-en a sárga karotinoidok fényelnyelését mértük, melyre a referencia a lutein elnyelése, 510nm-en pedig a piros karotinoidok elnyelését mértük, melyre pedig a kapszorubin elnyelése volt a referencia érték.

A számításoknál mindig figyelembe vettük a méréseknél alkalmazott hígításokat.

$$A_{445} = 1353.3 \cdot C_{\text{Cap}} + 2550.0 \cdot C_{\text{Lut}}$$

$$A_{510} = 2013.6 \cdot C_{\text{Cap}} + 82.6 \cdot C_{\text{Lut}}$$

Ezekből az alap egyenletekből kifejezve kapjuk meg az alábbi módon a sárga és a piros karotinoidok koncentrációját (Murillo, és mtsai., 2021.):

$$C_{\text{Lut}} = \frac{1,49 A_{445} - A_{510}}{3716,9} \text{ (g/100ml)}$$

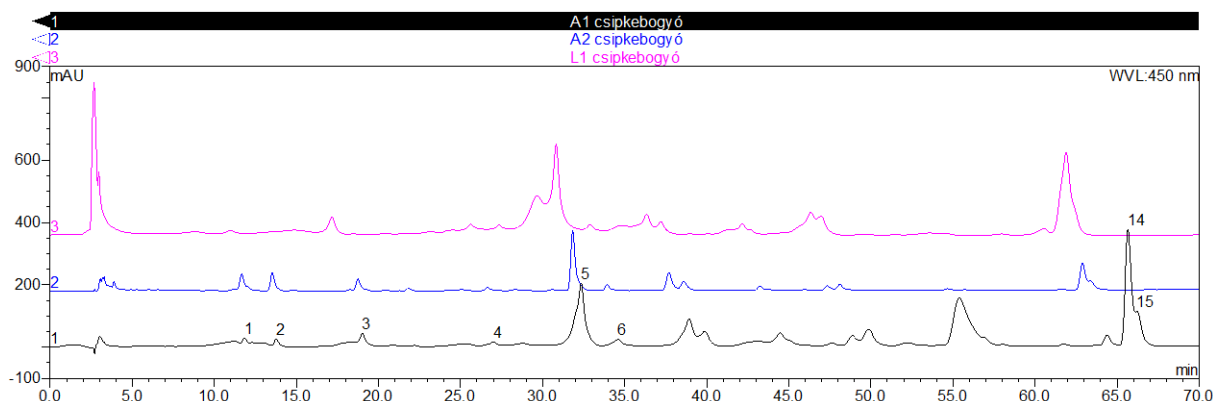
$$C_{\text{Cap}} = \frac{A_{445} - 2550,0 C_{\text{Lut}}}{1353,3} \left(\frac{\text{g}}{100\text{ml}} \right)$$

2. EREDMÉNYEK

2.1. Karotinoidok azonosítása

A csipkebogyó terméséből acetonnal extraháltuk a karotinoidokat, melyek lehetnek szabad vagy észterek formájában. Ezért az acetonnal végzett extrakciót elszappanosítás követte, így felszabadítottuk a karotinoidokat az észterszármazékaikból. A kromatográfiás vizsgálatig az extrahált karotinokat benzolban +4 °C-on tároltuk. Az extraktumok karotinoid tartalmát HPLC készülék segítségével elválasztottuk.

A karotinoidokat a retenció idejük és az UV- látható fény tartományban a fényelnyelési tulajdonságaik alapján azonosítottuk (1. ábra). A retenció idejüket és a fényabszorpciós tulajdonságaikat (3. ábra, 4. ábra, 5. ábra, 6. ábra, 7. ábra, 8. ábra, 9. ábra, 10. ábra) a kereskedelmi forgalomban kapható standardok retenció idejéhez és fényelnyeléséhez viszonyítottuk.



1. ábra

Különböző érettségű bogyók összesített HPLC kromatogramja (A1-éretlen; A2-túlérett; L1-érett)

Csúcsok: 1: lutein, 2: zeaxantin, 3: α -kriptoxantin, 4: α -karotin, 5: β -karotin, 6: (9Z)- β -karotin, 14: likopin, 15: (Z)-likopin

Szám szerint 8 karotinoidot sikerült azonosítanunk méréseink során: lutein, zeaxantin, α -kriptoxantin, α -karotin, β -karotin, (9Z)- β -karotin, likopin, (Z)-likopin. Kutatásunk során találtunk három cikket (Guantario, és mtsai., 2024.); (Medveckiené, Kulaitiené, Jariéné, Vaitkeviciené, & Hallman, 2020.); (Andersson, Rumpunen, Johansson, & Olsson, 2011.), melyekben szintén kimutatták csipkebogyóból a luteint, a zeaxantint, a β -karotint és a likopint. Ezen felül az α -karotint - a miénken kívül – még egy cikkben találtam meg (Medveckiené, Kulaitiené, Jariéné, Vaitkeviciené, & Hallman, 2020.). Az α -kriptoxantin, melyet szintén azonosítottunk, nem szerepelt az általam olvasott cikkek egyikében sem.

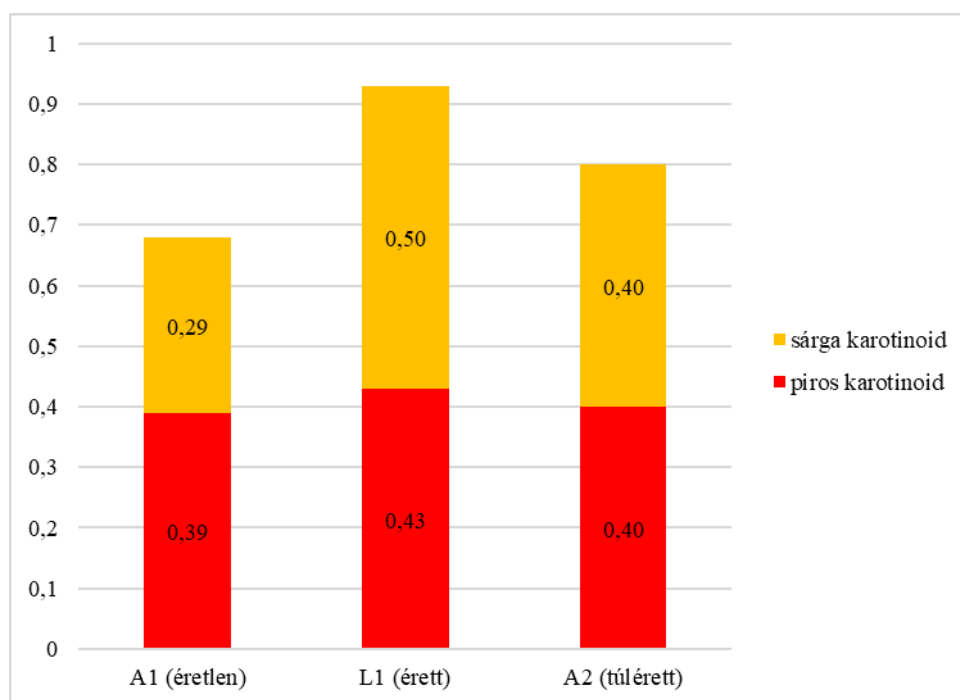
Különböző cikkek összevetése során figyelembe kell vennünk még azt is, hogy milyen érettségű gyümölcsöt vizsgáltak egyes kutatócsoportok. A fent említettek közül kettőben (Guantario, és mtsai., 2024.); (Medveckiené, Kulaitiené, Jariéné, Vaitkeviciené, & Hallman, 2020.) érettség szempontjából homogénnek nevezhető „érett” mintából dolgoztak, azonban a harmadikban (Andersson, Rumpunen, Johansson, & Olsson, 2011.) egészen a zöldtől az érett állapotig vizsgálták a terméseket. Az utóbbi irodalomban több olyan karotinoidról is szó esik, melyeket mi nem találtunk meg: prolikopin, violaxantin, rubixantin, noekrome, neoxantin.

Ebből arra következtethetünk, hogy vannak olyan karotinoidok, melyek csak az érés korábbi fázisaiban vannak jelen.

A fent említett három cikk mindegyike több *Rosaceae* fajjal végezte méréseit, míg ezzel szemben mi csak a *Rosa canina* fajt vizsgáltuk. A tanulmányok olvasása során azt állapítottuk meg, hogy a különböző *Rosaceae* fajok esetében említésre méltó eltérést leginkább a karotinoidok mennyiségét tekintve lehet találni, azonban a minőségi vizsgálatok tekintetében nem. Ennek okán hasonlítottuk össze a fejezetben szereplő irodalmak adatait.

2.2. Karotinoid-tartalom meghatározása

A különböző érettségű csipkebogyókból készített extraktumok összkarotinoid-tartalmát spektrofotometriás módszerrel állapítottuk meg. A sárga színű karotinoidok összemennyiségének meghatározásához a mintáink fényelnyelését 445 nm hullámhosszon, a piros karotinoidok összemennyiségének megállapításához pedig 510 nm hullámhosszon mértük meg. A 445nm hullámhosszelnyelés a luteinre, az 510 nm a kapszorubinra, mint referencia vegyületre vonatkoztattuk. A 450 és 510 nm-en mért abszorbancia-értékeket a korábban 2.4-en mennyiségi meghatározás fejezetben részletezett képletekbe behelyettesítettük és az alábbi eredményeket kaptuk:



2. ábra Karotinoid-tartalom [mg]/1g csipkebogyó

Az általunk gyűjtött csipkebogyók közül az érettek (L1) mind sárga és piros karotinoidokból is többet tartalmaztak a túlértekkel (A2) és az éretlenekkel (A1) szemben. Az éretlenek (A1) esetében 27%-kal kevesebb, a túlértek (A2) esetében 15%-kal kevesebb karotinoidról beszélhetünk. A piros karotinoidok mennyisége jelentős eltérést nem mutatott a mintacsoportjaink között, viszont az érett (L1) bogyók sárga karotinoid tartalma az éretlen (A1) bogyókéhoz képest 72,4 %-kal, míg a túlérrett (A2) gyümölcsökhöz képest 25%-kal volt több.

3. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásunk célja volt, hogy az általunk begyűjtött 3 különböző érettségi csoportba sorolt csipkebogyómintákból kiderítsük, melyik érési fázisban a legoptimálisabb betakarítani a termést, vagyis mikor a legmagasabb a karotinoid-koncentráció. Ezenfelül célul tűztük ki, hogy beazonosítsuk a bogyóink által tartalmazott karotinoidokat, hogy összevethessük eredményeinket más szerzők által publikált adatokkal.

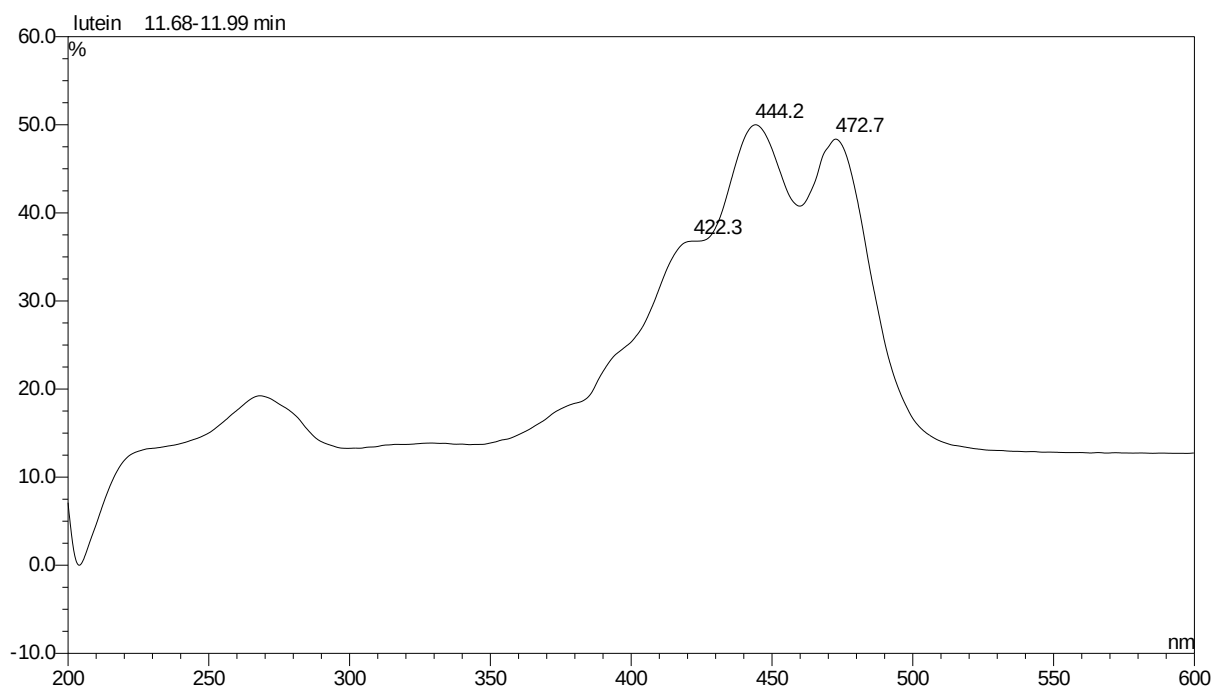
Egy előre meghatározott eljárás alapján kivontuk bogyóinkból a karotinoidokat, majd azokat felszabadítottuk észtereikből az elszappanosítás során. Ezt követően minőségi meghatározást végeztünk HPLC-készülék segítségével, amivel 8 féle karotinoidot sikerült azonosítanunk: lutein, zeaxantin, α -kriptoxantin, α -karotin, β -karotin, (9Z)- β -karotin, likopin, (Z)-likopin. Emellett mennyiségi meghatározást is végeztünk spektrofotométerrel. Külön mértük a sárga karotinoidok koncentrációját 445nm-es hullámhosszon, a pirosakét pedig 510nm-es hullámhosszon. Méréseinkből kiderült, hogy a legmagasabb érték az érett (L1) gyümölcsökben van.

Három cikkel vetettük össze az eredményeinket. Ezekben a miénktől eltérően nem egy fajt, hanem a rózsafélék (*Rosaceae*) családjának több fajtát vizsgálták. Megállapíthattuk, hogy az érettségi fok a karotinoidok mennyiségében és minőségi összetételében is egyaránt megmutatkozott. A karotinoid-profil tekintetében fajspecifikus adatokról nem kellett beszámolnunk, hiszen számottevő különbséget nem találtunk az eltérő fajok vizsgálatáról szóló tanulmányok olvasásakor. Ezzel szemben jelentős eltérést mutattak a különböző fajok a bennük lévő karotinoidok koncentrációját tekintve.

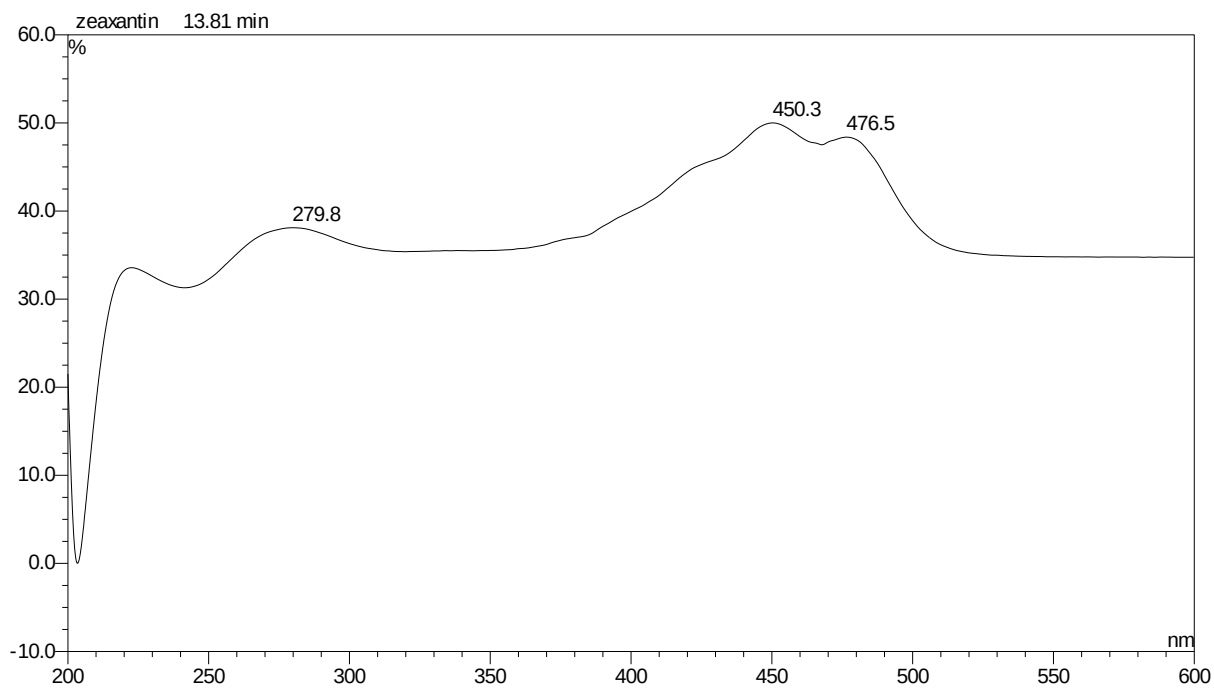
Végül azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a bogyókat akkor kell leszednünk, amikor intenzív vörös színük lett, tehát az érett fázisba sorolhatók. Mivel a túlérlett bogyókban és az éretlenekben is számottevően kevesebb a karotinoidok koncentrációja, így egyik fázisban lévő bogyó szedése sem túl szerencsés.

Selahvarzian, A., Alizadeh, A., Baharvand, P. A., Eldahshan, O. A., & Rasoulilian, B. (2018.). Medicinal Properties of *Rosa canina* L. *Herbal Medicines Journal*.

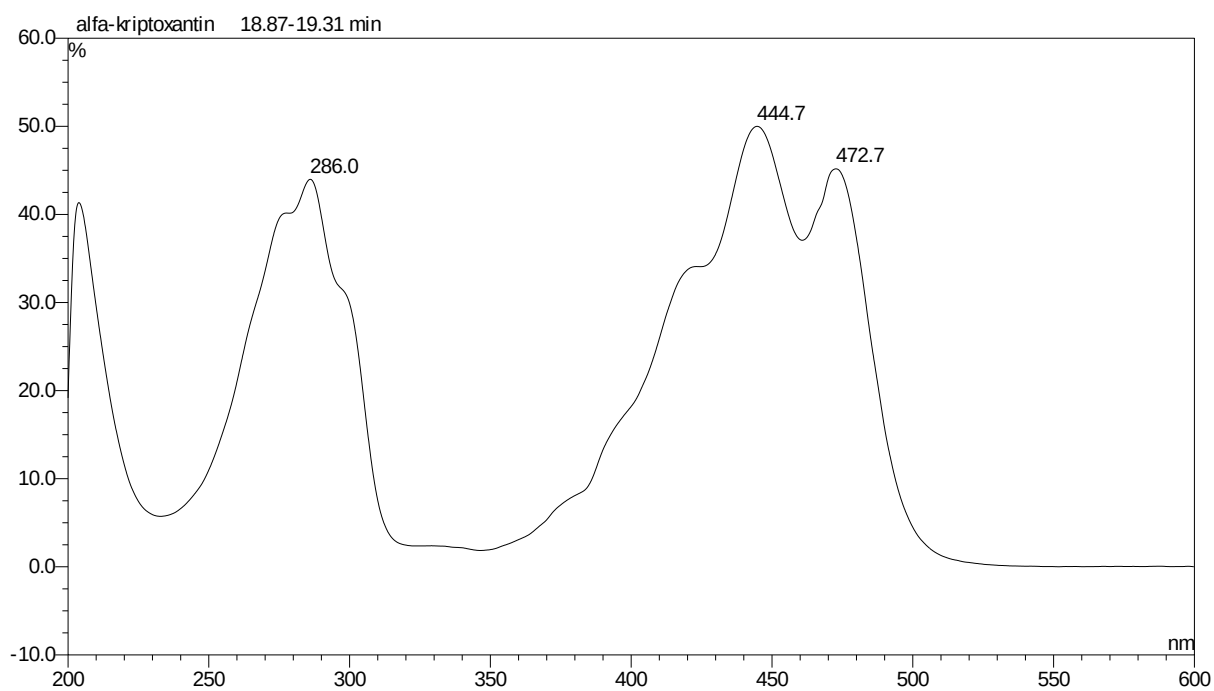
MELLÉKLETEK



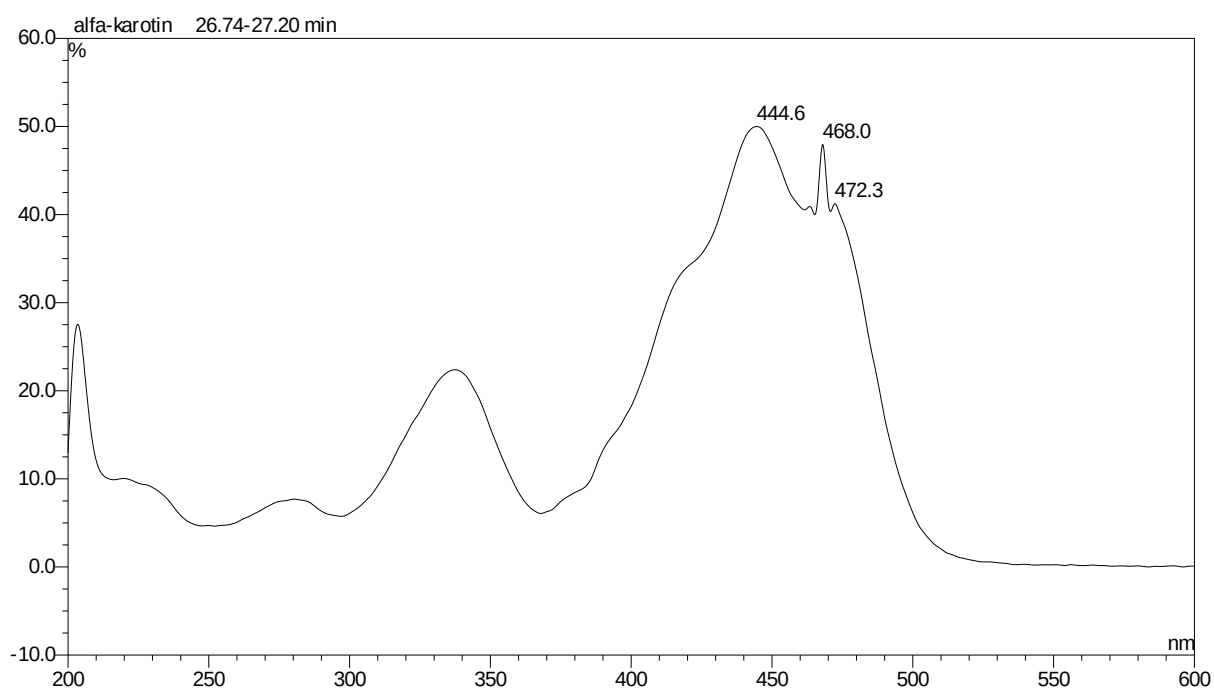
3. ábra
1. csúcs: Lutein fényelnyelési spektruma



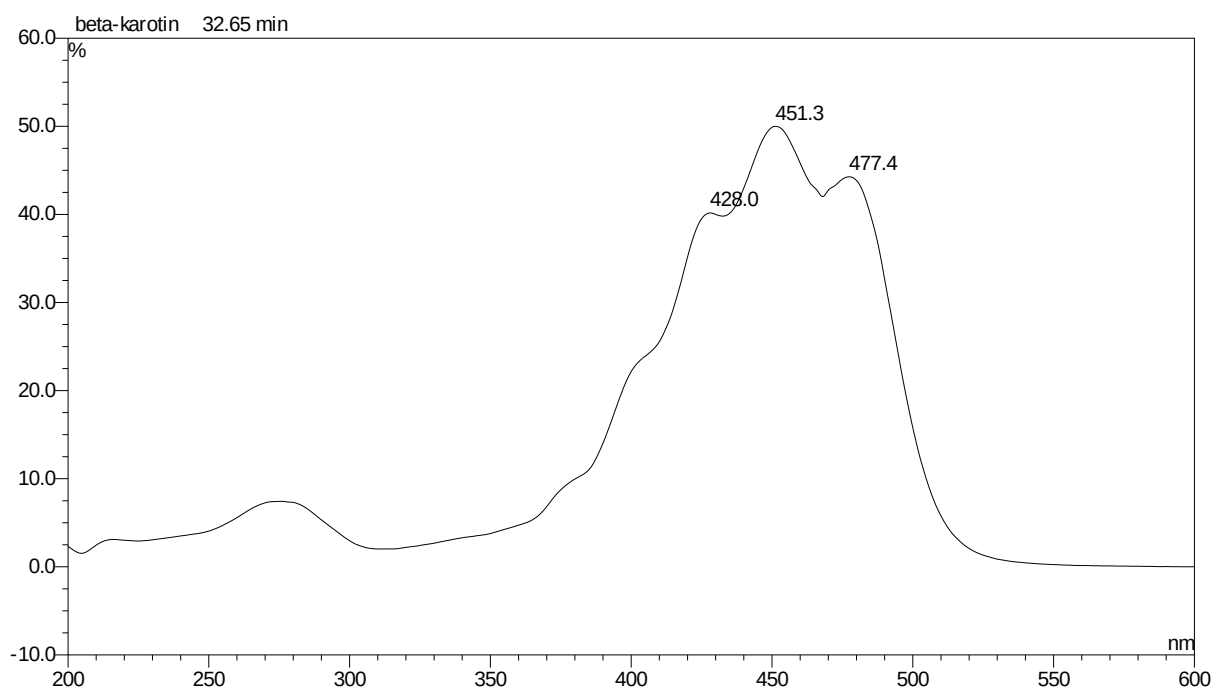
4. ábra
2. csúcs: Zeaxantin fényelnyelési spektruma



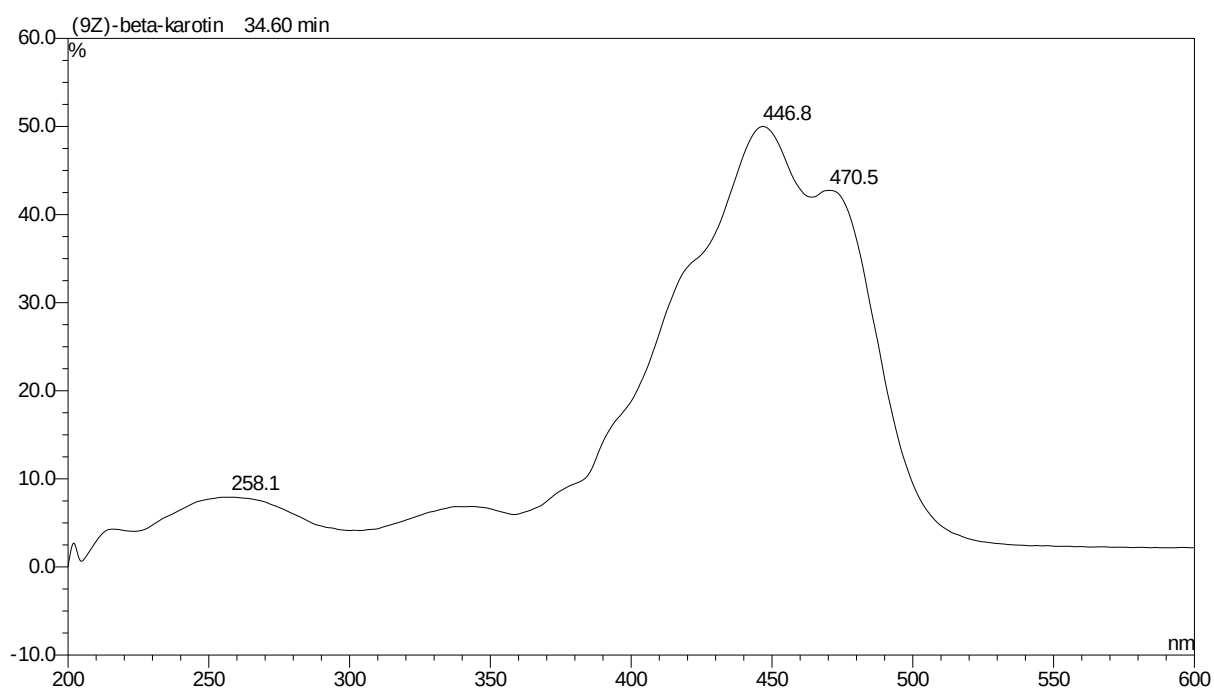
5. ábra
3. csúcs: α -kriptoxantin fényelnyelési spektruma



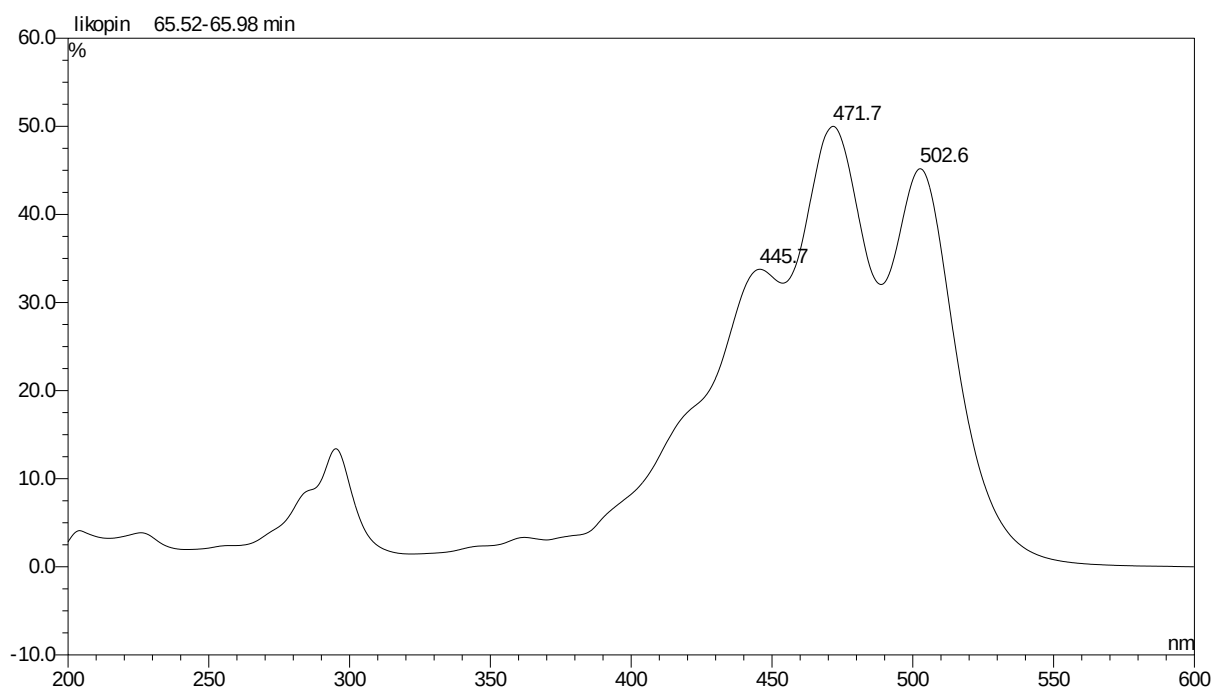
6. ábra
4. csúcs: α -karotin fényelnyelési spektruma



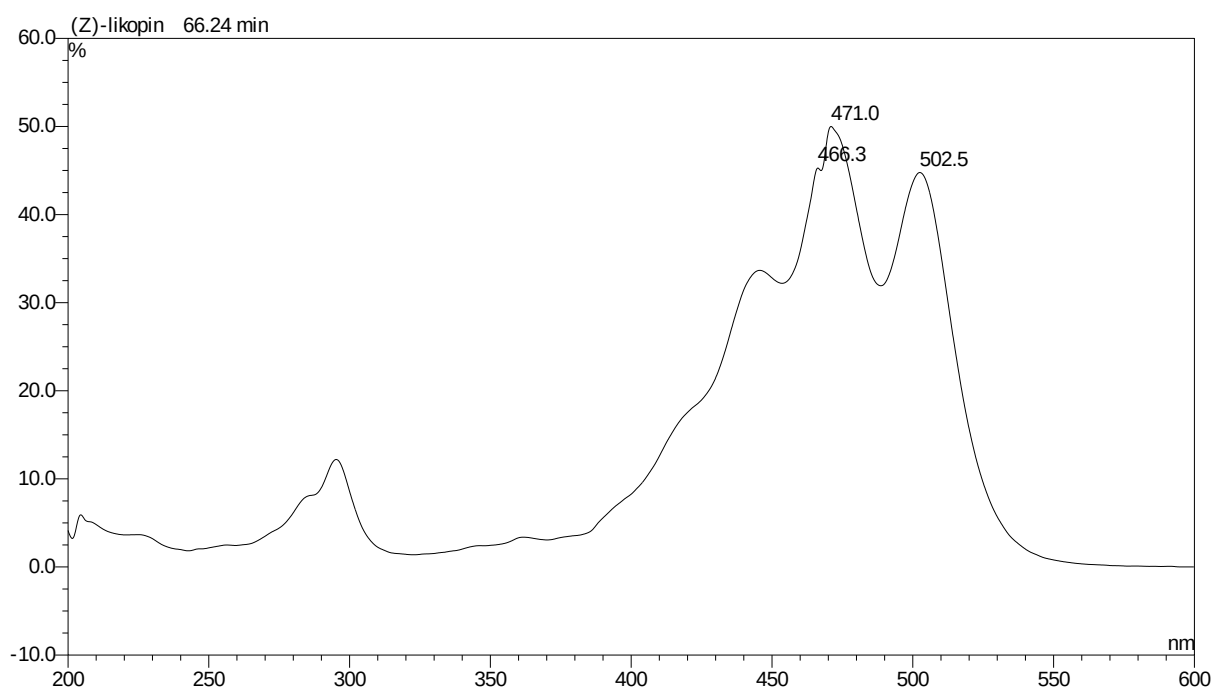
7. ábra
5. csúcs: β -karotin fényelnyelési spektruma



8. ábra
6. csúcs: (9Z)- β -karotin fényelnyelési spektruma



9. ábra
7. csúcs: Likopin fényelnyelési spektruma



10. ábra
8.csúcs: (Z)-likopin fényelnyelési spektruma