

**SZENT ISTVÁN EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR**

**KAJSZIGYÜMÖLCSÖK (*Prunus armeniaca* L.) POLIFENOL
KÉSZLETÉNEK ÁTFOGÓ TÖMEGSPEKTROMETRIÁS
FELTÉRKÉPEZÉSÉRE**

NAGY ÁDÁM

Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei

Készült:

Szent István Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Alkalmazott Kémia Tanszék

Budapest, 2016

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: **Dr. Vatai Gyula**

Egyetemi tanár

Szent István Egyetem,

Élelmiszertudományi Kar,

Élelmiszeripari Műveletek és Gépek Tanszék

Témavezető: **Dr. Abrankó László**

Egyetemi docens

Szent István Egyetem,

Élelmiszertudományi Kar,

Alkalmazott Kémia Tanszék

A doktori iskola- és a témavezető jóváhagyó aláírása:

A jelölt a Szent István Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.



.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

A KUTATÁSI TÉMA JELENTŐSÉGE

Hazánkban a kajszi (*Prunus armeniaca* L.) termesztése mély hagyományokkal rendelkezik. A kajszi a Kárpát-medencében nem őshonos faj, hazánk a termesztetőség északi határán fekszik, ezért termesztése nehezebb feladat, mint az itt őshonos gyümölcsfajoké. Az itteni éghajlathoz alkalmazkodott kajszigenotípusok megőrizték közép-ázsiai tulajdonságaikat, miközben új íz és aromavilággal gazdagodtak, amelynek köszönhetően egyedülállóvá váltak (Surányi 2003).

Az elmúlt években 15-40 ezer tonnára tehető a hazai kajszi-termesztés, mellyel a világ 67 kajszi termelő országa közül a 32. helyen állunk (FAOSTAT 2013). Az elmúlt években a friss piaci értékesítésben növekszik a jelentősége, emellett egyre nagyobb teret hódítanak a gyümölcstartalmú feldolgozott termékek. Az összes termés átlagosan 25%-át frissen a piacon értékesítik, 55%-át az ipar dolgozza fel, míg 20%-a exportra kerül (KSH 2013). A kajszi hazai jelentőségét jelzi, hogy néhány éve oltalom alatt álló földrajzi jelzéssel ellátott területé nyilvánították Gönc vidékét, ahol a gönci kajszi teremnek. Hungarikum minősítést pedig a Kecskeméti és Gönci barackpálinka nyert el eddig.

A humán táplálkozás szempontjából a kajszi számos értékes összetevőt tartalmaz, ezáltal rendszeres fogyasztása fontos része az egészséges életmódnak. Kiegyensúlyozott sav- és cukortartalommal rendelkezik, ennek köszönheti közkedvelt ízvilágát. Magas rost és ásványi anyag tartalmú és számos bioaktív mikrokomponenst is tartalmaz. Az egészségre jótékony hatású vegyületei közül kiemelendő jelentőségük a polifenolok és a karotinoidek. Epidemiológiai tanulmányok bizonyítják, hogy hosszútávon a polifenolban gazdag étrend jelentős mértékben csökkenti a jelenlegi életformánkból fakadó „civilizációs” betegségek - mint például a szív- és érrendszeri betegségek vagy a különféle daganatos megbetegedések - kialakulását (Feliciano et al. 2015; Williamson 2013; YangKortesiemi 2015; Dauchet et al. 2006; Balasundram et al. 2006). A polifenolok kémiai szerkezetük sokféleségéből adódóan humánéletteni hatásuk is rendkívül nagy változatosságot mutat. Szervezetünkre kifejtett jótékony egészségi hatásai azonban jelentős mértékben függenek biológiai hozzáférhetőségüktől, felszívódásuktól és metabolizmusuktól (Crozier et al. 2010), amit számos tényező befolyásol (molekula mérete, oldhatósága, szerkezete, valamint a komponens forrásának mátrixa, az élelmiszer feldolgozási eljárása, illetve bélrendszerünk mikrobiotájának összetétele, stb.). Mindezek miatt napjainkra táplálkozástudományi szempontból is igen fontossá váltak a polifenolok átfogó vizsgálatára való törekvések. A kajszi gyümölcs polifenoljairól jelenlegi ismereteink azonban korlátosak és ez kiváltképpen igaz a hazai termesztésű genotípusok esetében. A kajszi polifenol készletével kapcsolatos ismereteink hiányára jellemző példa, hogy a legtöbb korábbi kutatás a polifenol készlet leírásakor nem vette figyelembe azt a tény, hogy a gyümölcsfejlődés és érés során a

gyümölcs fizikai paramétereit és beltartalmi értékeit folyamatosan változnak. Ezért a polifenol készlet jellemzésekor, és abból következően a különböző felhasználási célokra való alkalmasság, valamint az optimális szüreti időpont meghatározásához elengedhetetlen a gyümölcsökben lejátszódó biokémiai és metabolikus folyamatok, ezen belül pedig a polifenolok változásának pontos ismerete. E munka célja, hogy a legkorszerűbb vizsgálati módszerek segítségével, átfogó képet alkosson a hazai termesztésű kajszigenotípusok polifenoljairól, mely molekulacsaládra jelentős figyelem összpontosul, a hozzá társítható szerteágazó egészségmegőrző tulajdonságai miatt.

CÉLKITŰZÉSEK

A kajszii jelentős szerepet tölt be a hazai gyümölcsstermesztésben. Nemcsak a gyümölcse, hanem az abból készült élelmiszeripari termékek is igen kedveltek. Ezek közül számos termék már kiérdemelte a hungarikum védjegyet is. Az utóbbi évtizedben megszorodtak az egészségre jótékony hatású vegyületek vizsgálatai is, nem csak a nyers, hanem a késztermékekben is. A kajszii ilyenfajta vizsgálatai jelenleg még igen hiányosak összehasonlítva például a borszőlőhöz képest.

Doktori munkám célja, hogy a hazánkban termesztett kajszii gyümölcsökben előforduló polifenolos vegyületek átfogó vizsgálatát végezzem el, mellyel nem csak a hazai, hanem a nemzetközi polifenol kutatás jelenlegi eredményeinek bővítéséhez is hozzájárulhatok. Ennek érdekében az alábbiakban részletezett kutatási program megvalósítását tűztem ki célul:

- Kajszii gyümölcsben előforduló flavonoid és kinasav-*O*-hidroxii-fahéjsav származékok átfogó feltérképezése olyan reprezentatív genotípus készlet alapján, amely lefedi a hazánkban termesztett kajszii genotípusok meghatározó részét.
 - A kajszii gyümölcs polifenol készletében tapasztalható változások megismerése az érés, illetve egymást követő évjáratok során.
1. Évjáráthatás vizsgálat: azonos termőhelyen és művelés móddal termesztett kajszii gyümölcsök polifenoljainak minőségi és mennyiségi vizsgálata egymást követő évjáratokban.
 2. Polifenolok változásának vizsgálata az érés során (térben és időben): két kajszii genotípus gyümölcshéjában és -húsában előforduló polifenolok minőségi és mennyiségi meghatározása.
 3. Egy a növényi kivonatok kinasav-*O*-hidroxii-fahéjsav észtereinek profilozására alkalmas HPLC-ESI-qToF-MS módszer kifejlesztése.
 4. A polifenol feltérképezést követően a kajszii gyümölcsökben előforduló és a feltérképezés eredményei alapján kiválasztott fő polifenolok mennyiségi meghatározása. A kapott eredményekre alapozott gyors, szelektív és hatékony HPLC-ESI-QqQ-MS/M módszer kidolgozása.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kajszi genotípuskészlet

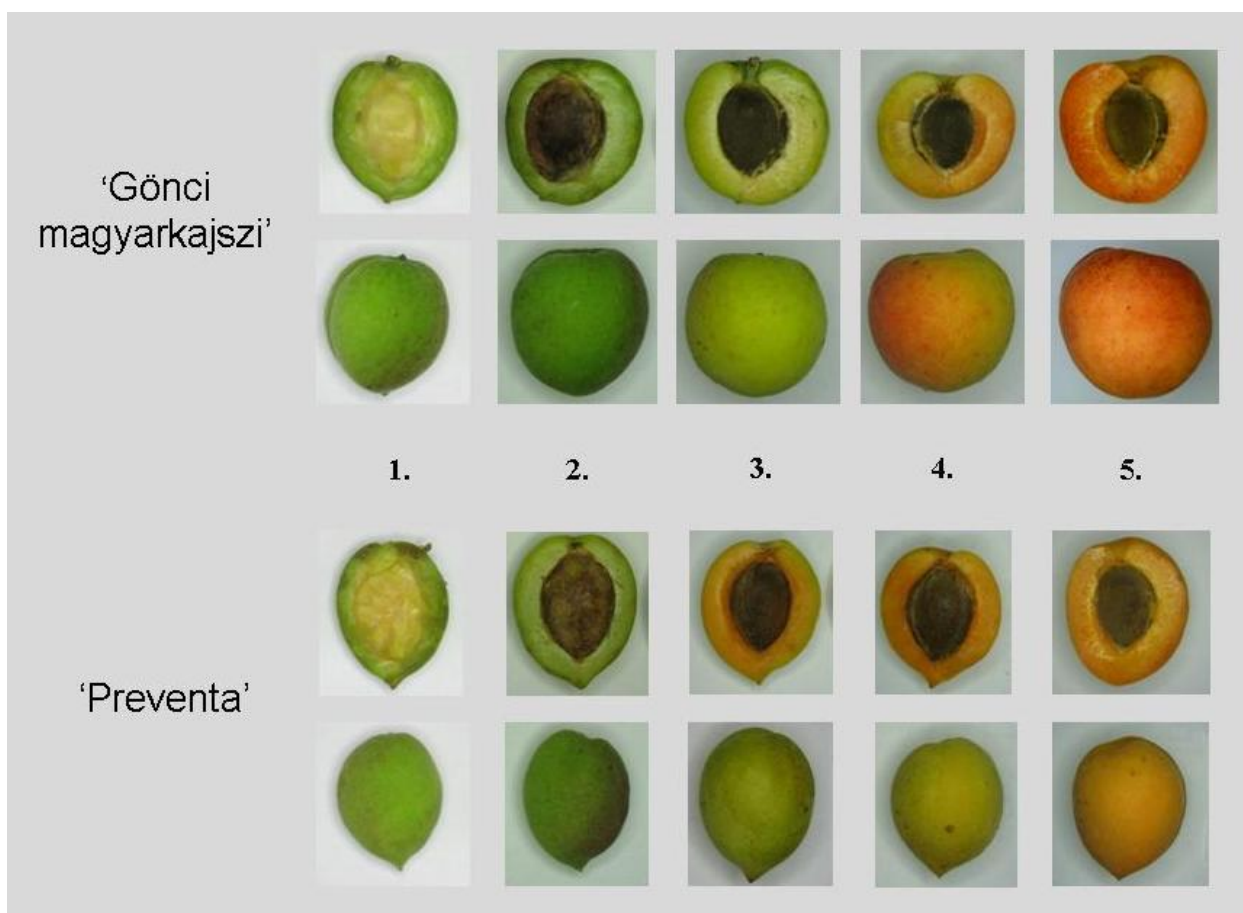
A hazai termesztésű kajszi átfogó polifenol készletének vizsgálatát az alábbi hét, különböző genotípusú kajszi gyümölcssein végeztem el: *Prunus armeniaca* ‘Ananasznij cjurpinszkij’, ‘Banaesa 4/11’, ‘Goldrich’, ‘Gönci magyarkajszi’ valamint 1/15-ös, 7/1-es és Preventa hibrid (1. táblázat). A mirobáln alanyra oltott fák a BCE Genetika és Növénynevelés Tanszék soroksári génbanki ültetvényében található (Közép-Magyarország, északi szélesség 47°, hosszúsági 18°, tengerszint feletti magasság 95 m), az ültetvényt szabványos művelésmód alapján kezelik. A kajszi gyümölcsökből színméréssel (CIELab) megállapított teljes érettségi állapotukban, kb. 1 kg mennyiséget szüreteltem 2010 és 2011 évben.

1. táblázat: A kajszi ökoföldrajzi genotípus csoportja, származási országa és pedigréje.

Genotípus	Származás	Pedigré	Genotípus
1/15 hibrid	Közép-Európa	Magyarország	Ismeretlen
7/1 hibrid	Közép-Európa	Magyarország	Mamaia × 20/79/1
‘Ananasznij cjurpinszkij’	Kelet-Európa	Ukrajna	Ismeretlen
‘Banaesa 4/11’	Kelet-Európa	Románia	Ismeretlen
‘Goldrich’	Észak-Amerika	Amerikai Egyesült Államok	Sunglo × Perfection
‘Gönci magyarkajszi’	Közép-Európa	Magyarország	Magyarkajszi klón (1960)
Preventa	Ázsia	Magyarország	Ismeretlen

Kajszi érési sor

A kajszi gyümölcsökben előforduló polifenolok érés során bekövetkező változásának vizsgálatát a Kertészettudományi Kar, Genetika és Növénynevelési Tanszékkel közös együttműködésével végeztem el. Két kajszi genotípust választottunk ki a mérésekhez: egy tipikus, átlagos polifenol-tartalmú hazai kajszi (‘Gönci magyarkajszi’) és egy rendkívül magas polifenol-tartalommal rendelkező hibridet (Preventa). A gyümölcsöket öt különböző érési állapotban szüreteltem (1. ábra). A kajszi gyümölcs húsát és héját különválasztottam, hogy azt is megvizsgálhassam, miként oszlanak meg a polifenolok a gyümölcs különböző részein.



1. ábra: 'Gönci magyarkajszi' és 'Preventa' kajszi genotípus gyümölcsei az öt érési állapotban (forrás: Pfeiffer, 2012).

Minta-előkészítés

A vizsgálatokhoz felhasznált növényi kivonatok előkészítéséhez Harnly és mts. (2007) által leírt eljárását alkalmaztam kisebb módosításokkal. A homogenizált liofilizált növényi (kajszi gyümölcs és zöld kávébab) mintákból, 60:39:1 térfogat arányú metanol-víz-hangyasav extraháló oldattal, szobahőmérsékletű ultrahangos fürdővel készítettem kivonatokat. A hígított kivonatok analitikai vizsgálatát a minta-előkészítéshez viszonyítva kevesebb, mint 24 órán belül elvégeztem, hogy elkerüljem a mérendő polifenolok degradációját.

Polifenol profilozó HPLC-ESI-qToF-MS módszerek

A kajszi gyümölcsben előforduló flavonoidok és kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterek feltérképezését egy Agilent 1200 HPLC rendszerhez (Agilent Technologies, Waldbronn, Németország) kapcsolt Dual-Spray ESI ionforrással felszerelt Agilent 6530 Accurate-Mass Q-TOF LC/MS (hibrid kvadrupól - repülési idő tandem) tömegspektrométerrel (Agilent Technologies, Santa Clara, CA USA) végeztem el. A kromatográfiás elválasztáshoz 4,6 mm átmérőjű, 150 mm hosszú, 2,6 µm szemcse méretű Phenomenex Kinetex C18 RP (flavonoidok esetén) és Phenyl-hexyl RP (kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsavak esetén) oszlopokat (Phenomenex, Macclesfield, U.K.) használtam. Az elúcióhoz mozgófázisként hangyasavas tisztított vizet („A” mozgó fázis) és hangyasavas acetonitril („B” mozgó fázis) alkalmaztam. A vizsgálatok során 50-1100 *m/z* tartományban nagy felbontású (20 000 FWHM meghaladó) és pontos tömegmérésű spektrumokat készítettem. A tömegspektrumok felvételét és az adatok feldolgozását az Agilent MassHunter Software B.04.00 Build 4.0.497.0 számú verziójával végeztem el.

Kajszi gyümölcs fő polifenol mennyiségi meghatározási HPLC-ESI-QqQ-MS/MS módszer

A kiválasztott polifenolok pontos mennyiségi meghatározását sztenderd addíciós kalibrációval végeztem el. A kajszi gyümölcsök fő polifenoljainak mennyiségi meghatározását egy Agilent 1100 HPLC rendszer (Agilent Technologies, Waldbronn, Németország) és hozzá csatlakoztatott Turbo-V IonSpray ESI ionforrással felszerelt Applied Biosystems 3200 Q TRAP LC/MS/MS (hibrid hármas kvadrupól / lineáris ioncsapdás tandem) tömegspektrométer (Applied Biosystems, USA) segítségével végeztem el. A kromatográfiás elválasztáshoz egy 2,1 mm átmérőjű, 50 mm hosszú, 1,8 µm szemcse méretű Agilent Zorbax Rapid Resolution Eclipse XDB-C18 oszlopot (Agilent Technologies, Waldbronn, Németország) használtam. A mozgó fázist 0,1% (v/v) hangyasavas tisztított víz („A” mozgó fázis) és 0,1% (v/v) hangyasavas acetonitril („B” mozgó fázis) alkotta. A mérési adatok rögzítését és feldolgozását az Analyst szoftver 1.4.2. számú verziójával végeztem.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

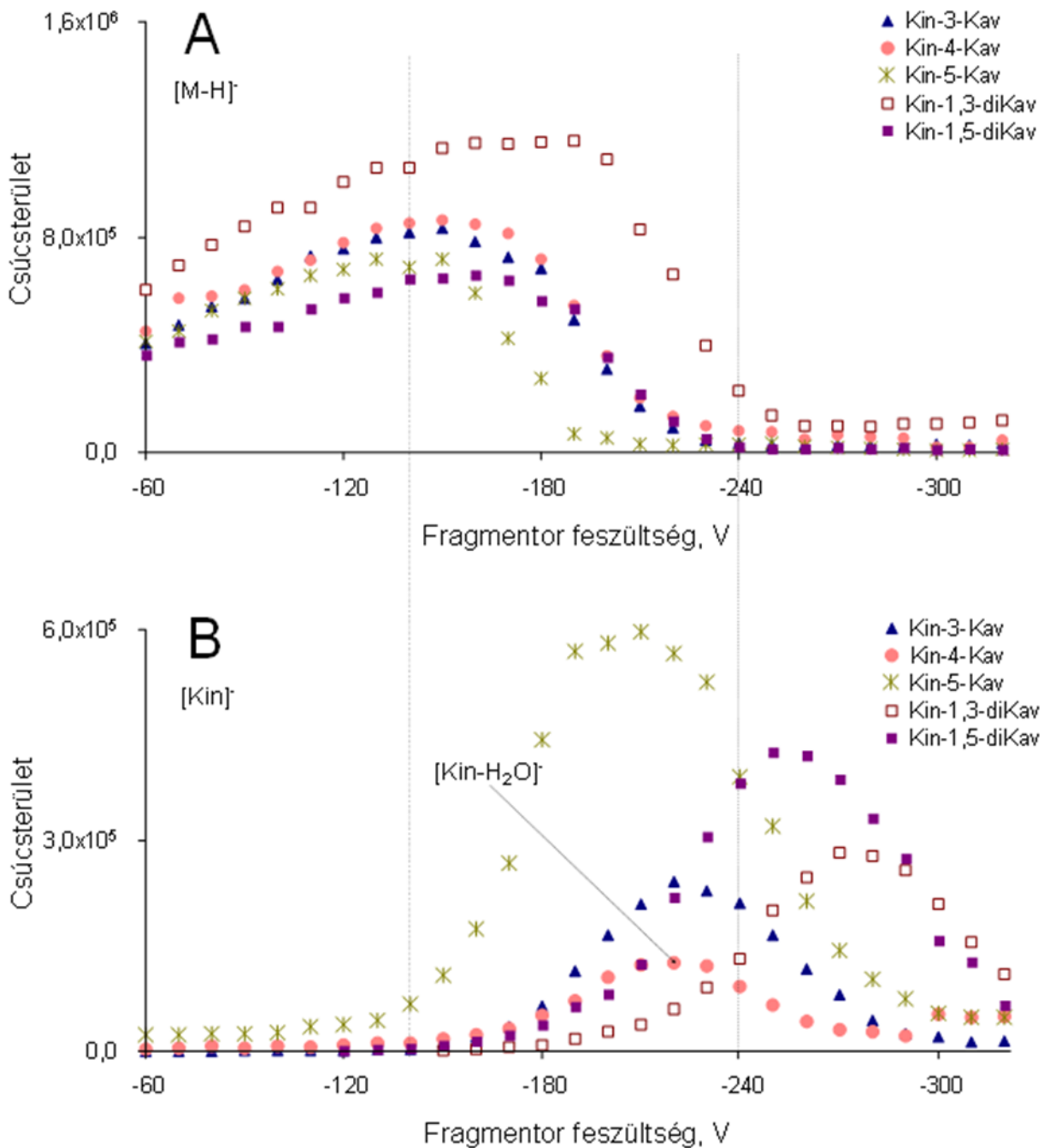
Doktori munkám egyik célja az volt, hogy a legkorszerűbb vizsgálati módszerek segítségével átfogó képet alkothassak a hazai termesztésű kajszigenotípusok gyümölcsében előforduló fenolos komponensekről. A másik célom az volt, hogy a kajszigyümölcs polifenol készletében tapasztalható olyan változások, mint például az érés során bekövetkező vagy az évszázatok közötti ingadozások okozta minőségi és mennyiségi változások megismerése.

E célok megvalósításához elsőként egy, növényi kivonatok kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterének profilozására alkalmas nagy tömegfelbontású, pontos tömegmérésen alapuló folyadékkromatográfiás-tömegspektrometriás (HPLC-ESI-qToF-MS) módszert dolgoztam ki.

Kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észter profilozó HPLC-ESI-qToF-MS módszerfejlesztése

A kifejlesztett profilozó módszer a forrásban történő ütközés indukálta disszociációs (CID) fragmentáción alapszik, amellyel nem célzott feltérképező vizsgálat valósítható meg. A méréseim során sikeresen bizonyítottam, hogy forrásban történő CID fragmentáció hatására a kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsavak a flavonoidokhoz hasonlóan a felépítő egységeik mentén hasadnak. Ezáltal a különböző alegységek detektálásával alulról felfelé felépíthető az eredeti kinasav konjugátum. Az intakt molekulák megtalálásához összeállítottam egy olyan adatbázist, amely magában foglalja a kinasav és hidroxi-fahéjsavak összes elméleti kapcsolódását (125 db komponens), valamint azok diagnosztikus fragmenseit.

Az azonosítás a jellegzetes molekularészletek automatikus keresésével kezdődik, mely nem csak a pontos tömegmérésen, hanem a kromatográfiás profil (retenciós idő, izotóp eloszlás) összevetésén alapszik. A forrásban történő fragmentáció optimalizálását -, melyhez kulcsfontosságú a fragmentor feszültség (FV) - öt, kereskedelemből beszerezhető referencia anyag fragmentációs vizsgálata segítségével végeztem el. Az eredmények alapján általánosságban az jelenthető ki, hogy a kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észter anyaiionok keletkezési FV maximuma -120 és -200 V között, míg a kinasav ionok (magmolekula) maximuma -200 és -280 V között tapasztalható. A vizsgálatok során kompromisszum értéként az anyaiionok vizsgálatához a -140 V (minél több anyaiion és minél kevesebb fragmens keletkezzen), míg a diagnosztikus fragmensek vizsgálatához a -240 V értéket választottam. A -240 V az elsődleges minőségi vizsgálatban nyújt segítséget, míg a -140 V az eredeti intakt konjugátum pontos kiderítésére ad lehetőséget.



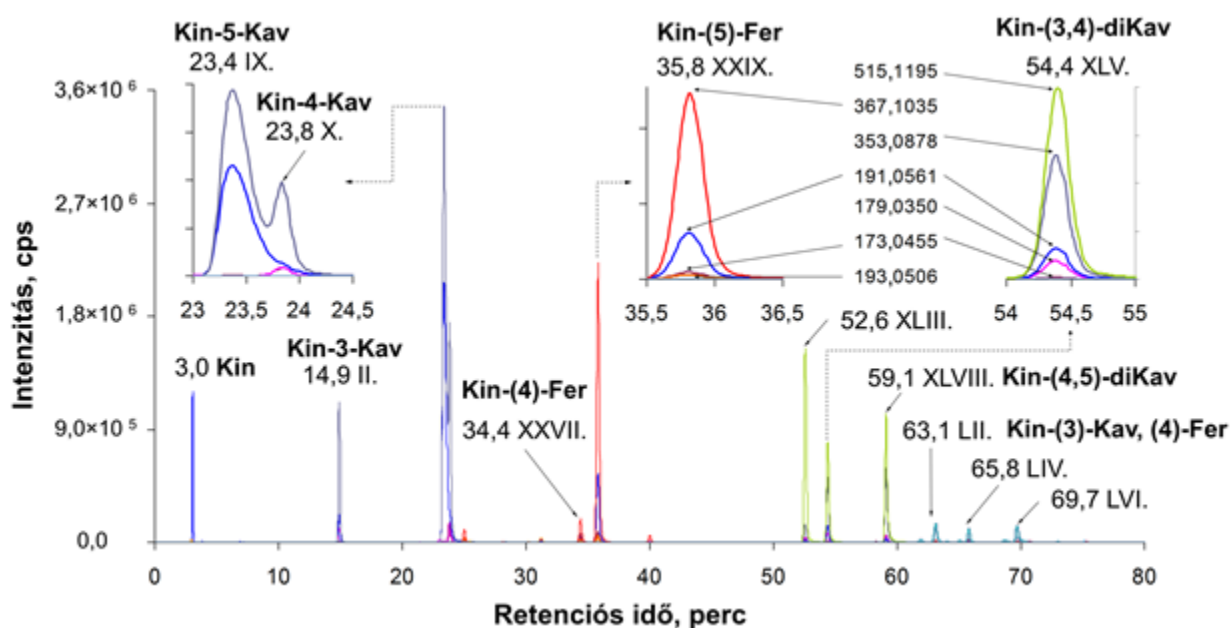
2. **ábra:** *Forrásban történő CID fragmentáció optimalás fragmentor feszültség segítségével.*

A módszerrel szelektíven azonosítható a kinasav magmolekulához kapcsolódó hidroxi-fahéjsavak típusa, azonban azok pontos elhelyezkedésének meghatározására a módszer már közvetlenül nem alkalmas, ugyanakkor az irodalmi adatokra támaszkodva a keletkező fragmensek arányából lehetőség nyílik részleges szerkezeti információ kinyerése.

A módszerem alkalmazhatóságának megítéléséhez zöld kávé kivonatot választottam, mivel az irodalom alapján e növény termésében fordulnak elő a legváltozatosabb formában és legnagyobb mennyiségben a kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterek, melyek pontos szerkezetét már részletesen fel is tárták (Clifford 1986; Clifford 1999; Clifford and Jarvis 1988; Clifford et al.

2003; Clifford et al. 2008; Clifford et al. 2005; Clifford et al. 2006; Duarte et al. 2010; Farah et al. 2008; Farrell et al. 2011; Marmet et al. 2014; MonteiroFarah 2012; Perrone et al. 2008; Stalmach et al. 2009).

A kifejlesztett módszeremmel huszonegy kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észtert azonosítottam, melyek közt szerepel egy kinasav-kávésav-*p*-kumársav észter, amelyet zöld kávébabból jelenlegi ismereteim szerint, eddig még nem senki sem mutatott ki és írt le. A **3. ábrán** egy zöld kávébab kivonat jellemző ion kromatogramja látható, amelyen egymásra lapolt EIC kromatogramok láthatóak.



3. ábra: Zöld kávébab kivonat HPLC-ESI-qToF-MS mérésből származó negatív ion módban nyert egymásra lapolt kiemelt ionkromatogramjai (EIC).

A módszerrel azonosított komponenseket klasszikus MS/MS fragmentációval is megvizsgáltam qToF-MS/MS üzemmódban, hogy bizonyítsam a módszerem megfelelőségét. Az MS/MS vizsgálatok mindegyik komponenst előfordulását igazolták és csak kb. 30%-ban nyújtottak bővebb információt a profilozási eredményekhez képest.

Az eddig tárgyalt eredmények alapján az általam fejlesztett módszer megfelelően alkalmazható növényi kivonatok kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észtereinek feltérképezésére, és ez által alkalmas a kajszi gyümölcs kivonatok vizsgálatára is.

Különböző hazai termesztésű kajszigenotípusok polifenol készletének vizsgálata

Az irodalom és eddig megjelent publikációk alapján a kajsziz gyümölcsökben előforduló polifenolos vegyületek nagy része a flavonoid- és a kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav-származék családjába tartozó vegyületek (Dragovic-Uzelac et al. 2005a; Dragovic-Uzelac et al. 2007; Dragovic-Uzelac et al. 2005b; Hegedűs et al. 2010; Ruiz et al. 2005; Sochor et al. 2010).

Azonos termőhelyen és művelés móddal termesztett hét kajszigenotípus gyümölcsseit szüreteltem le egymást követő két évjáratból. A polifenolok érés során bekövetkező változások felderítése érdekében kiválasztottam két kajszigenotípus, melyek gyümölcsseit öt különböző időpontban szüreteltem le.

Feltérképező vizsgálatok

A kajszizgyümölcsökben előforduló polifenolok feltérképezéséhez két különböző HPLC-ESI-qToF-MS profilozó módszert alkalmaztam. A kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav-származékok profilozására az általam, e dolgozatban fentebb részletesen bemutatott módszert, a flavonoid-származékok profilozására egy átvett, Abrankó és mtsai (2011) által kidolgozott - módszerrel végeztem el. Mindkét módszer alapja a forrásban történő fragmentáció és a pontos tömeg mérés.

A kajszifajták flavonoid profilozása során feltételesem húsz különböző flavonoid-származékot azonosítottam, melyekből a rendelkezésre álló referencia anyagokkal kilenc flavonoid pontos szerkezeti azonosítását el is tudtam végezni: (+)-katechin, (-)-epikatechin, keracianin, kuromanin, rutin, kvercetin-3-*O*-glükózid, kempferol-3-*O*-rutinozid, kempferol-3-*O*-glükózid és kvercetin-3-*O*-glükózil-6''-*O*-acetát. A többi komponens esetében sikeresen azonosítottam az aglikont, illetve a szubsztituensek (cukrok, szerves savak) összegképletét.

A mérési eredmények alapján a kajszigenotípusok gyümölcsének többségéből sikerült kimutatnom egy a flavanon-glikozidok közé tartozó naringenin-hexozidot is. A kajszizgyümölcsökből számos proantocianidint is sikerült detektálnom. A procianidinek, más néven kondenzált tanninok, a flavan-3-olokból - (+)-katechin, (-)-epikatechin) - képződnek. E vegyület csoport vizsgálata eredetileg nem képezte kutatómunkám célját, azonban a mérések kiértékelése során derült ki, hogy a profilozó módszerünk e vegyületek csoportjának profilozására is alkalmas.

A legtöbb kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észter esetén nem állt rendelkezésre nagytisztaságú (egykomponenses) referencia anyag a kajszizgyümölcsökben előforduló kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterek minőségi azonosításához, ezért „kvázi-referencia anyagként” kiválóan és praktikusán alkalmazható a zöld kávébab, melynek kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterei az irodalomból jól ismertek. Ebből kifolyólag alkalmaztam származtatott referenciamintaként a

kajszigyümölcsök vizsgálata során. A vizsgálatokat úgy végeztem el, hogy 150 mg mennyiségű liofilizált kajszii gyümölcspor 0 mg (vak), 25 mg és 50 mg liofilizált zöld kávébab porral addíciónáltam meg, majd azonos minta-előkészítéssel készítettem el a mintákat a vizsgálatokhoz. Meg kell azt is jegyezni, hogy ez a fajta vizsgálati sorozat kizárólag minőségi azonosításra alkalmas, hiszen a zöld kávébab kivonatban lévő kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterek mennyisége nem ismert. A zöld kávébab addíciós kísértekkel sikerült igazolnom a komponensek egyezését, így már lehetőségessé vált a megtalált és igazolt komponensek pontos és feltételes szerkezet azonosítása.

A kajszigyümölcsökben tizenegy különböző kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észtert sikerült azonosítanom. Mindezek közt szerepel egy kinasav-*O*-dikávésav észter, valamint feltételezésem alapján négy *cisz* állású kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav, amelyeket kajszigyümölcsben eddig még nem senki sem mutatott ki és írt le. Clifford és mts. (2008) által végzett vizsgálat során az általuk szintetizált kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észtereket UV sugárzásnak tették ki, melynek hatására a kinasav-*O-transz*-hidroxi-fahéjsav észterekből részben kinasav-*O-cisz*-hidroxi-fahéjsav észterek képződtek. A zöld kávébab esetén, mely csak a feldolgozás, esetleg szállítás és értékesítés, során van kitéve UV sugárzásnak, *cisz* állású kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észter előfordulása egyáltalán nem vagy csak nagyon kis mennyiségben várható. Ezzel ellentétben a kajszii gyümölcs - főleg a héja - folyamatos UV sugárzásnak van kitéve, ezért könnyen magyarázható a többféle és nagyobb mennyiségben előforduló *cisz* állású kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterek előfordulásának lehetősége. Az irodalomban tudomásom szerint eddig természetesen kialakuló kinasav-*O-cisz*-hidroxi-fahéjsav észterek előfordulását még nem publikálta eddig senki sem. Az MS/MS vizsgálatokkal még e négy feltételezetten *cisz* állású monoészter előfordulását is igazoltam.

Kajszigyümölcs polifenoljainak mennyisége

A kajszii gyümölcsökben előforduló polifenolok feltérképezésén kívül azok pontos mennyiségének meghatározása is céljaim között szerepelt. Ezért a kajszikban nagyobb mennyiségben előforduló polifenolok pontos mennyiségének meghatározására egy célkomponens HPLC-ESI-QqQ-MS/MS módszert fejlesztettem. Az irodalmi adatok és a saját profilozási vizsgálatok alapján nyolc polifenol került a mennyiségi célkomponens módszerbe. A kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsavak közül a neoklorogénsav és a klorogénsav, a flavonoidok közül pedig a (+)-katechin, az (-)-epikatechin, a rutin, a kvercetin-3-*O*-glükózid, a kempferol-3-*O*-rutinozid és a kvercetin-3-*O*-glükózil-6''-*O*-acetát. A szelektív MS/MS módszer megvalósításához a tömegspektrométer többszörös termékion-figyelés (MRM: multiple reaction monitoring)

üzem módját alkalmaztam. Az átmenetek megállapításához érzékeny termékion (EPI: enhanced product ion) pásztázást használtam 50-620 m/z tartományban. Az EPI vizsgálatok során nyert spektrumokból komponensenként a két legnagyobb gyakorisággal rendelkező, csak adott vegyületre jellemző fragmens iont választottam ki, melyek a fejlesztendő MRM módszer két átmenetét képezték.

A fő polifenolok mennyiségi eredményei alapján az állapítható meg, hogy a vizsgált nyolc polifenol rendkívül különböző mennyiségben fordul elő a különböző kajszi genotípusok gyümölcsében. Polifenol-tartalom alapján három csoportra osztottam fel őket: alacsony ('Ananasznij cjurpinszkij', 'Gönci magyarkajszi', 1/15 hibrid), közepes ('Banaesa 4/11' 'Goldrich', 7/1 hibrid) és magas polifenol-tartalmúra (Preventa).

A kajszi gyümölcsök legnagyobb mennyiségben neoklorogénsavat tartalmaznak. Főbb polifenolnak számít a klorogénsav, a (+)-katechin és az (-)-epikatechin, valamint a rutin, melyek rangsora genotípusonként eltér. Minor polifenolnak bizonyult a kvercetin-3-*O*-glükózid, a kemferol-3-*O*-rutinozid és a kvercetin-3-*O*-glükózil-6''-*O*-acetát, amelyek feltételezéseim alapján inkább a kajszi gyümölcs héjában képződnek.

A kajszi gyümölcsből sikeresen azonosított polifenolokat a **2. táblázatban** foglaltam össze.

Polifenolok minőségi és mennyiségi ingadozása az évjáratok között

A vizsgált két évjárat (2010-2011) mérési eredményei alapján elmondható, hogy a kajszi gyümölcs polifenol összetételében minőségileg csak kisebb eltérések tapasztalhatóak, mivel a legtöbb genotípus gyümölcsében ugyanazon polifenolok képződtek. Azonban a legtöbb vizsgált fenolos komponens mennyiség tekintetében rendkívül nagy (50-112%) variabilitást mutatkozott. A legkisebb koncentrációbeli eltéréseket a klorogénsav esetén, a legnagyobb különbségeket pedig az (-)-epikatechin esetén tapasztaltam.

A két évjárat polifenol eredményeinek átlagát összevettem az irodalomban megtalálható adatokkal (Phenol-Explorer 2004), melyek összegzése a **3. táblázatban** látható. A vizsgált kajszi gyümölcsök fenolos komponenseinek mennyiségi eredményei, a nagy változékonyság ellenére is, jól illeszkednek az irodalomban eddig publikált eredményekhez. Általánosságban elmondható az is, hogy az hazai termesztésű kajszi genotípusok egyedi polifenoljainak koncentrációja is inkább a felső határok közelében találhatóak.

2. táblázat: A kajszi gyümölcsben előforduló polifenolok.

Polifenol	Osztály	Megnevezés	Szubsztitúciós mintázat	Összegképlet	Elméleti monizotópos tömeg	
Flavonoidok	Flavan-3-olok	(+)-katechin	3, 5, 7, 3', 4'-OH	C₁₅H₁₄O₆	290,0790	
		(-)-epikatechin	3, 5, 7, 4', 5'-OH	C₁₅H₁₄O₆	290,0790	
	Procianidinek	procianidin dimer			C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	578,1424
		procianidin trimer			C ₄₅ H ₃₈ O ₁₈	866,2058
	Flavonol glikozidok	kvercetin-dezoxihexozid		3, 5, 7, 4'-OH; O-hexozid	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448,1006
		kvercetin-3-O-glükózid		5, 7, 3'-OH; 3-O-glükózid	C₂₁H₂₀O₁₂	464,0955
		kvercetin-3-O-glükózil-6"-O-acetát		5, 7, 3'-OH; 3-O-glükózid; 6"-O-acetát	C₂₃H₂₂O₁₃	506,1060
		kvercetin-hexozil-acetát		3, 5, 7, 3'-OH; O-hexozil-acetát	C ₂₃ H ₂₂ O ₁₃	506,1060
		kvercetin-hexozil-malonát		3, 5, 7, 3'-OH; O-hexozil-malonát	C ₂₃ H ₂₂ O ₁₅	538,0959
		kvercetin-dihexozid		3, 5, 7, 3'-OH; O-dihexozid	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₇	626,1483
		kempferol-3-O-glükózid		5, 7, 4'-OH; 3-O-glükózid	C₂₁H₂₀O₁₁	448,1006
		kempferol-3-O-rutinozid		5, 7, 4'-OH; 3-O-rutinozid	C₂₇H₃₀O₁₅	594,1585
		kvercetin-dezoxihexozil-hexozid		3, 5, 7, 3',4'-OH; O-dezoxihexozil-hexozid	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	610,1534
		rutin (kvercetin-3-O-rutinozid)		5, 7, 3',4'-OH; 3-O-rutinozid	C₂₇H₃₀O₁₆	610,1534
	kempferol-dezoxihexozil-dihexozid		3, 5, 7, 4'-OH; O-dezoxihexozil-dihexozid	C₃₃H₄₁O₂₀	757,2191	
	Flavanon glikozidok	naringenin-hexozid		5, 7, 4'-OH; O-hexozid	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	434,1213
	Antocianinek	kuromanin (cianidin-3-O-glükózid)		5, 7, 4'-OH; 3', 5'-OCH₃; 3-O-glükózid	C₂₁H₂₁O₁₁⁺	449,1084
		keracianin (cianidin-3-O-rutinozid)		5, 7, 4'-OH; 3', 5'-OCH₃; 3-O-rutinozid	C₂₇H₃₁O₁₅⁺	595,1663
	Kinasav-O-hidroxi-fahéjsav észterek	kinasav-O-p-kumársav észter		1, 3, 4, 5-OH; O-p-kumársav	C ₁₆ H ₁₈ O ₈	338,1002
neoklorogénsav (kinasav-3-O-kávésav észter)			1, 4, 5-OH; 3-O-kávésav	C₁₆H₁₈O₉	354,0951	
kriptoklorogénsav (kinasav-4-O-kávésav észter)			1, 3, 5-OH; 4-O-kávésav	C₁₆H₁₈O₉	354,0951	
klorogénsav (kinasav-5-O-kávésav észter)			1, 3, 4-OH; 5-O-kávésav	C₁₆H₁₈O₉	354,0951	
kinasav-O-ferulasav észter			1, 4, 5-OH; O-ferulasav	C ₁₇ H ₂₀ O ₉	368,1107	
kinasav-O-dikávésav észter		1, 3, 4, 5-OH; di-O-kávésav	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	516,1268		

A kajszigümölcs polifenoljainak érés során bekövetkező változásainak vizsgálata

A két kajszigenotípus öt érési állapotából származó gyümölcshéjak és gyümölcshúsok polifenoljainak feltérképezése és mennyiségi meghatározása alapján azt állapítottam meg, hogy a kajszigümölcs érése során a polifenolok mennyisége az érés során eleinte növekszik, majd a teljes érettségi állapot felé haladva csökken, de ez a változás eltérő lefutású az egyes polifenol-csoportok esetén.

Az eredmények alapján nem határozható meg olyan érettségi állapot, amelyben értelmezhető lenne az összes polifenol maximuma, tehát a kajszigümölcs esetén általánosan és egységesen értelmezhető „fenolos érettségről” sem beszélhetünk. Kizárólag csak adott polifenol-csoport esetén van értelme a maximális fenolos érettség fogalmának, melyek érési maximuma közel esik egymáshoz. Megállapítottam továbbá, hogy a mért színparaméterek alapján teljes érettségnek tekintett állapot sem esik egybe azokkal az állapotokkal, ahol a különböző polifenol-csoportok eléri maximális mennyiségüket.

Kiemelkedő kajszigenotípus

A Preventa kajszihibrid több szempontból is különleges genotípus. Kiemelkedő összes polifenol-tartalmú, mely leginkább neoklorogénsav tartalmának köszönhető, melyből a többi kajszigenotípushoz képest 3-19-szer többet tartalmaz, de emellett (+)-katechin és klorogénsav tartalma is jelentősnek nevezhető. Magas polifenol-tartalmát főként annak köszönheti, hogy ezeket a komponenseket a többi kajszihoz képest, gyümölcshúsában is rendkívül nagy koncentrációban tartalmazza. Említésre méltó még az is, hogy a 2010-2011 évben termelt polifenol mennyiségeinek ingadozásai is igen csekély mértékűnek bizonyultak.

3. táblázat: Hazai kajszi gyümölcs polifenol eredmények összehasonlítása az irodalomban eddig publikált adatokkal (forrás: Phenol-Explorer).

Polifenolok	Kajszi			1/15 hibrid	7/1 hibrid	'Ananasznij cjurpinszkij'	'Banaesa 4/11'	'Goldrich'	'Gönci magyarkajszi'	Preventa	
	Min	Max	Átlag								
	mg/100 g friss tömeg										
Flavanolok	(+)-katechin	0,31	- 4,95	2,96	1,40	8,60	3,61	9,85	3,83	4,37	52,45
	(-)-epikatechin	0,02	- 6,06	3,47	0,66	6,45	7,01	18,07	7,82	10,32	5,16
	Procianidin dimer B1	0,09	- 0,09	0,09	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
	Procianidin dimer B3	0,05	- 0,05	0,05	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
	Procianidin dimer B7	0,01	- 0,01	0,01	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
	Procianidin trimer EEC	0,01	- 0,01	0,01	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Flavonolok	Kempferol-3-O-rutinozid	0,01	- 0,56	0,12	0,11	0,25	0,36	0,37	0,18	0,22	0,41
	Rutin	0,24	- 2,27	0,83	4,03	7,69	8,06	9,06	5,01	5,07	4,38
	Kvercetin-3-O-glükozid	-	-	-	0,47	0,59	0,42	0,36	0,13	0,28	0,19
	Kvercetin-3-O-glükozil-6"-O-acetát	-	-	-	0,57	0,26	0,75	0,73	0,30	0,35	0,05
Kávésav- O-hidroxi- fahéjsav észterek	Neoklorogénsav	2,60	- 7,80	5,38	22,31	25,74	9,53	59,50	23,24	18,19	180,54
	Kávésav-3-O-ferulasav észter	0,40	- 1,20	0,60	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
	Kávésav-3-O-p-kumársav észter	0,20	- 0,70	0,38	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
	Klorogénsav	0,30	- 10,30	3,58	2,49	11,45	4,32	9,48	7,49	4,71	28,13
	Kávésav-5-O-ferulasav észter	0,00	- 0,20	0,04	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
	Kávésav-5-O-p-kumársav észter	0,00	- 0,30	0,06	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- 1) **Nagy tömegfelbontású, pontos tömegmérésen alapuló folyadékkromatográfiás tömegspektrometriás módszert dolgoztam ki a kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterek szelektív azonosítására. Elsőként alkalmaztam zöld kávébab kivonatokat referencia anyagként a kajszigümölcsökben előforduló kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterek igazolására és azonosítására.**

A kidolgozott módszerben a kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észterek azonosítása a jellegzetes molekularészletek automatikus keresésével kezdődik, mely nem csak a pontos tömegmérésen alapszik, hanem a kromatográfiás profil (retenciós idő, izotóp eloszlás) összevetésén is. A módszerrel szelektíven azonosítható a kinasav magmolekulához kapcsolódó hidroxi-fahéjsavak típusa, azonban azok pontos elhelyezkedésének meghatározására a módszer már közvetlenül nem alkalmas.

- 2) **Elsőként térképeztem fel legfontosabb hazai termesztésű kajszigenotípusok gyümölcsjeiben előforduló flavonoid és kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észter származékokat és megállapítottam a fő polifenoljaiknak mennyiségét.**

A kajszigümölcsből 27 különböző flavonoid-származékot és 14 különböző kinasav-*O*-hidroxi-fahéjsav észtert mutattam ki, melyekből kilencnek a pontos szerkezetét a rendelkezésemre álló referencia anyagokkal be is azonosítottam.

- 3) **A vizsgált két (2010, 2011) évjárat vizsgálati eredményeiből megállapítottam, hogy a kajszigümölcsben található polifenolok mennyiségében, a legtöbb vizsgált alkotó esetén rendkívül nagy (50-112%) variabilitás tapasztalható.**

A két évjárat eredményei között, a legkisebb eltéréseket a klorogénsav esetén, a legnagyobb különbségeket pedig az (-)-epikatechin esetén tapasztaltam.

- 4) **Igazoltam, hogy kajszigyümölcs héjában és -húsában a polifenolok mennyisége az érés során eleinte növekszik, majd a teljes érettségi állapot felé haladva csökken, de ez a változás eltérő lefutású az egyes polifenol-csoportok esetén. Ezek alapján megállapítottam, hogy nem határozható meg olyan érettségi állapot, amelyben értelmezhető az összes polifenol maximuma, tehát a kajszii gyümölcs esetén általánosan és egységesen értelmezhető „polifenolos érettségről” sem beszélhetünk. Megállapítottam továbbá, hogy a mért színparaméterek alapján teljes érettségnek tekintett állapot nem esik egybe azokkal az állapotokkal, melyek esetén a különböző polifenol-csoportok eléri maximális mennyiségüket.**
- 5) **Igazoltam, hogy a Preventa kajsziihibrid kiemelkedő polifenol-tartalma, a többi kajszigenotípusra is jellemző neoklorogénsav-tartalom többszörösének köszönhető.**

A Preventa hibrid neoklorogénsav tartalma a többi vizsgált kajszigenotípushoz kb. egy nagyságrenddel (3-19-szer) nagyobb, de emellett (+)-katechin és klorogénsav tartalma is jelentősnek nevezhető. Mindez annak köszönhető, hogy a többi kajsziihoz képest, gyümölcshúsában is kiemelkedő koncentrációban tartalmazza ezeket a komponenseket.

IRODALMI JEGYZÉK

- ABRANKÓ, L., GARCÍA-REYES, J. F. and MOLINA-DÍAZ, A. 2011. In-source fragmentation and accurate mass analysis of multiclass flavonoid conjugates by electrospray ionization time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Mass Spectrometry*, 46, 478-488.
- BALASUNDRAM, N., SUNDRAM, K. and SAMMAN, S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99, 191-203.
- CLIFFORD, M. N. 1986. Coffee bean dicaffeoylquinic acids. *Phytochemistry*, 25, 1767-1769.
- CLIFFORD, M. N. 1999. Chlorogenic acids and other cinnamates – nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 362-372.
- CLIFFORD, M. N. and JARVIS, T. 1988. The chlorogenic acids content of green robusta coffee beans as a possible index of geographic origin. *Food Chemistry*, 29, 291-298.
- CLIFFORD, M. N., JOHNSTON, K. L., KNIGHT, S. and KUHNERT, N. 2003. Hierarchical Scheme for LC-MSⁿ Identification of Chlorogenic Acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2900-2911.
- CLIFFORD, M. N., KIRKPATRICK, J., KUHNERT, N., ROOZENDAAL, H. and SALGADO, P. R. 2008. LC-MSⁿ analysis of the cis isomers of chlorogenic acids. *Food Chemistry*, 106, 379-385.
- CLIFFORD, M. N., KNIGHT, S. and KUHNERT, N. 2005. Discriminating between the Six Isomers of Dicaffeoylquinic Acid by LC-MSⁿ. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 3821-3832.
- CLIFFORD, M. N., KNIGHT, S., SURUCU, B. and KUHNERT, N. 2006. Characterization by LC-MSⁿ of Four New Classes of Chlorogenic Acids in Green Coffee Beans: Dimethoxycinnamoylquinic Acids, Diferuloylquinic Acids, Caffeoyl-dimethoxycinnamoylquinic Acids, and Feruloyl-dimethoxycinnamoylquinic Acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 1957-1969.
- CROZIER, A., DEL RIO, D. and CLIFFORD, M. N. 2010. Bioavailability of dietary flavonoids and phenolic compounds. *Molecular Aspects of Medicine*, 31, 446-467.
- DAUCHET, L., AMOUYEL, P., HERCBERG, S. and DALLONGEVILLE, J. 2006. Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: A meta-analysis of cohort studies. *Journal of Nutrition*, 136, 2588-2593.
- DRAGOVIC-UZELAC, V., DELONGA, K., LEVAJ, B., DJAKOVIC, S. and POSPISIL, J. 2005a. Phenolic Profiles of Raw Apricots, Pumpkins, and Their Purees in the Evaluation of

- Apricot Nectar and Jam Authenticity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4836-4842.
- DRAGOVIC-UZELAC, V., LEVAJ, B., MRKIC, V., BURSAC, D. and BORAS, M. 2007. The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*, 102, 966-975.
- DRAGOVIC-UZELAC, V., POSPIŠIL, J., LEVAJ, B. and DELONGA, K. 2005b. The study of phenolic profiles of raw apricots and apples and their purees by HPLC for the evaluation of apricot nectars and jams authenticity. *Food Chemistry*, 91, 373-383.
- DUARTE, G. S., PEREIRA, A. A. and FARAH, A. 2010. Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, 118, 851-855.
- FAOSTAT. 2013. *FAO statistical database* [Online]. Available: <http://faostat.fao.org/> [Accessed Feb. 8 2016].
- FARAH, A., MONTEIRO, M., DONANGELO, C. M. and LAFAY, S. 2008. Chlorogenic Acids from Green Coffee Extract are Highly Bioavailable in Humans. *Journal of Nutrition*, 138, 2309-2315.
- FARRELL, T. L., DEW, T. P., POQUET, L., HANSON, P. and WILLIAMSON, G. 2011. Absorption and Metabolism of Chlorogenic Acids in Cultured Gastric Epithelial Monolayers. *Drug Metabolism and Disposition*, 39, 2338-2346.
- FELICIANO, R. P., PRITZEL, S., HEISS, C. and RODRIGUEZ-MATEOS, A. 2015. Flavonoid intake and cardiovascular disease risk. *Current Opinion in Food Science*, 2, 92-99.
- HARNLY, J. M., BHAGWAT, S. and LIN, L. Z. 2007. Profiling methods for the determination of phenolic compounds in foods and dietary supplements. *Anal Bioanal Chem*, 389, 47-61.
- HEGEDŰS, A., ENGEL, R., ABRANKÓ, L., BALOGH, E., BLÁZOVICS, A., HERMÁN, R., HALÁSZ, J., ERCISLI, S., PEDRYC, A. and STEFANOVITS-BÁNYAI, É. 2010. Antioxidant and Antiradical Capacities in Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Fruits: Variations from Genotypes, Years, and Analytical Methods. *Journal of Food Science*, 75, C722-C730.
- KSH. 2013. *Központi Statisztikai Hivatal* [Online]. Available: <http://www.ksh.hu/> [Accessed Feb. 8 2016].
- MARMET, C., ACTIS-GORETTA, L., RENOUF, M. and GIUFFRIDA, F. 2014. Quantification of phenolic acids and their methylates, glucuronides, sulfates and lactones metabolites in human plasma by LC-MS/MS after oral ingestion of soluble coffee. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 88, 617-625.
- MONTEIRO, M. C. and FARAH, A. 2012. Chlorogenic acids in Brazilian *Coffea arabica* cultivars from various consecutive crops. *Food Chemistry*, 134, 611-614.

- PERRONE, D., FARAH, A., DONANGELO, C. M., DE PAULIS, T. and MARTIN, P. R. 2008. Comprehensive analysis of major and minor chlorogenic acids and lactones in economically relevant Brazilian coffee cultivars. *Food Chemistry*, 106, 859-867.
- PFEIFFER, P. 2012. *A kajszi és meggy gyümölcsök flavonoid-bioszintézisénekjellemezése [védelem előtt] = Characterization of flavonoid biosynthesis in apricot and sour cherry fruits.* NonPeerReviewed.
- PHENOL-EXPLORER. 2004. *Showing all polyphenols found in Apricot, raw* [Online]. Available: <http://phenol-explorer.eu/contents/food/54> [Accessed 16 Jan 2016].
- RUIZ, D., EGEA, J., GIL, M. I. and TOMAS-BARBERAN, F. A. 2005a. Characterization and Quantitation of Phenolic Compounds in New Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 9544-9552.
- SOCHOR, J., ZITKA, O., SKUTKOVA, H., PAVLIK, D., BABULA, P., KRŠKA, B., HORNA, A., ADAM, V., PROVAZNIK, I. and KIZEK, R. 2010. Content of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity in Fruits of Apricot Genotypes. *Molecules*, 15, 6285-6305.
- STALMACH, A., MULLEN, W., BARRON, D., UCHIDA, K., YOKOTA, T., CAVIN, C., STEILING, H., WILLIAMSON, G. and CROZIER, A. 2009. Metabolite Profiling of Hydroxycinnamate Derivatives in Plasma and Urine after the Ingestion of Coffee by Humans: Identification of Biomarkers of Coffee Consumption. *Drug Metabolism and Disposition*, 37, 1749-1758.
- SURÁNYI, D. 2003. A kajszi jelentősége, termesztésének története és helyzete. In: PÉNZES, B., SZALAY, L. (ed.) *Kajszi*. Mezőgazda Kiadó.
- WILLIAMSON, G. 2013. Possible effects of dietary polyphenols on sugar absorption and digestion. *Mol Nutr Food Res*, 57, 48-57.
- YANG, B. and KORTESNIEMI, M. 2015. Clinical evidence on potential health benefits of berries. *Current Opinion in Food Science*, 2, 36-42.

NAGY ÁDÁM PUBLIKÁCIÓS LISTA AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

FOLYÓIRATCIKK

Abrankó, L., **Nagy, Á.**, Szilvássy, B., Stefanovits-Bányai, É. and Hegedűs, A.: Genistein isoflavone glycoconjugates in sour cherry (*Prunus cerasus* L.) cultivars., Food Chemistry, 2015, 166., p. 215-222. **IF: 3.334**

Nagy, Á., Abrankó, L.: Liquid chromatography - high-resolution mass spectrometric profiling of hydroxycinnamoylquinic acid conjugates in plant extracts., International Journal of Mass Spectrometry (*beküldésre előkészítve*)

MAGYAR NYELVŰ KONFERENCIA ÖSSZEFOGLALÓ

Nagy, Á.; Abrankó, L.; Hegedűs, A.: Magyarországon termesztett kajszik (*Prunus armeniaca* L.) flavonoid-készletének feltérképezése HPLC-ESIMS/MS módszerrel., MKE 1. Nemzeti Konferencia, Sopron, 2011.05.22-25, ISBN: 978-963-9970-11-3, p. 244.

Abrankó, L.; Hegedűs, A.; **Nagy, Á.**: Genistein izoflavon: egy ismeretlen ismerős a meggyben (*Prunus cerasus* L.), MKE 1. Nemzeti Konferencia, Sopron, 2011.05.22-25, ISBN: 978-963-9970-11-3, p. 50.

Nagy, Á.; Abrankó, L.: Kinasav származékok feltérképezése HPLC-ESI-qTOFMS módszerrel., TÁMOP III. kutatási alprojekt: Kihívások és megoldások a XXI. század élelmiszertudományában - Záró konferencia, Budapest, 2012.01.18-19.

Nagy, Á.; Abrankó, L.: Zöld kávébab (*Coffea arabica* L.) kinasav-származékainak folyadékkromatográfis-tömegspektrometriás feltérképezése., Táplakozástudományi Kutatások II. Kaposvári Workshop, Kaposvár, 2012.12.10-11.

ANGOL NYELVŰ NEMZETKÖZI KONFERENCIA ÖSSZEFOGLALÓ

Nagy, Á.; Hegedűs, A.; Abrankó, L.: Profiling of flavonoids in Hungarian apricots (*Prunus armeniaca* L.) using liquid chromatography-mass spectrometry., EUROanalysis 2011, Belgrade, 2011.09.11-15., p. 29.

Abrankó, L.; **Nagy, Á.**; Hegedűs, A.: Identification of genistein isoflavone glycoconjugates in special sour cherry cultivars., The 5th International Conference on Polyphenols and Health, Barcelona-Sitges, 2011.10.17-20., p. 143.

Nagy, Á.; Abrankó, L.: Untargeted mass spectrometric profiling of quinic acid conjugates by HPLC-ESI-qTOFMS., International Conference on Polyphenols and Health, Barcelona-Sitges, 2011.10.17-20., p. 144.

Nagy Á., Besnyő D., Hegedűs A., Abrankó L.: Comprehensive screening of polyphenol content of apricot fruits (*Prunus armeniaca*) cultivated in Hungary., In: Dalmadi I, Engelhardt T, Bogó-Tóth Zs, Baranyai L, Bús-Pap J, Mohácsi-Farkas Cs (szerk.), Food Science Conference 2013 - With research for the success of Darányi Program: Book of proceedings. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2013.11.07-2013.11.08. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, ISBN: 978-963-503-550-2, p. 402.

Abrankó L., **Nagy Á.**, Szilvássy B., Stefanovits-Bányai É., Hegedűs A.: Genistein isoflavone glycoconjugates in sour cherry cultivars (*Prunus cerasus* L.), Sustainable production of high-quality cherries for European market of the WG 1 meeting on Use of molecular Markers for Diversity Studies. Budapest, 2014.03.3-5.

SZAKMAI ELISMERÉSEK, SZAKMAI DÍJAK

BCE-ÉTK TDK Élelmiszertudomány és táplálkozástudományi szekció Különdíj (2010)

METE OTDK Élelmiszertudomány és mikrobiológia szekció II. helyezett (2010)

MKE 1. Nemzeti Konferencia Sigma-Aldrich Poszter díj I. helyezés (2011)

Táplálkozástudományi Kutatások II. Kaposvári Workshop Élelmiszertudomány szekció III. helyezés (2012)