

KISBENEDEK Andrea<sup>1</sup>,  
 MAKAY Sándor<sup>2</sup>,  
 SZABÓ László Gy.<sup>2</sup>,  
 KANDIK János<sup>1</sup>,  
 FIGLER Mária<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pécsi Tudományegyetem,  
 Egészségtudományi kar  
 (Pécs University, Faculty of Health Sciences)  
 H-7636 Pécs, Rét u.4.

<sup>2</sup>Nyugat-Magyarországi Egyetem,  
 Mezőgazdaság tudományi kar  
 (University of West-Hungary Faculty of  
 Agricultural Sciences)  
 H- 9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u.15-17.  
 email: andrea@etk.pte.hu

## A MUSTÁRMAG KÉMIAI VIZSGÁLATA THE CHEMICAL INVESTIGATION OF THE MUSTARD-SEED

The effects of the majority of the medical herbs are known, however there are some features we know little. Mustard was already known and consumed in ancient times. Its effects may be due to minerals and vitamins found in large quantities in mustard. Its main agent is glukozinolat. Among its agents allil-izotiocionat releases histamin an antibacterial and antifungal substance. Its protein content is 28-36%, its amino-acid content is favourable. These oil content of the mustard-seed is 30-40%, its composition of oil is similar to other plants oil composition. The carbohydrate of the mustard-seed, the so-called mucilago, is a special mucous material, its taste and chemical quality is similar to other hidrocolloids used in food industry. The mustard-seed is rich in fenol compounds similarly to oily-seed plants. From the fenol compounds the fenolacid and cinnemonacid as well as their derivatives are present in the mustard-seed. The antioxidant effect of mustard can be partly explained by its polifenol and partly by its tokoferol content. Its volatile oil content is high, certain volatile oil components play a role in the treatment and prevention of diseases. The different types of mustard-seeds have equivalent nutritional values. Mustard is used by food industry and agriculture as fodder plant because of its favourable nutritional value and colloidchemical quality.

### 1. BEVEZETÉS – INTRODUCTION

A gyógynövények számos olyan hatással rendelkeznek melyek nagy részét ismerjük, de sok olyan tulajdonságuk is van, melyekről még keveset tudunk.

A mustárt már az ókorban ismerték és fogyasztották. Latin nevét a mustum szóból kapta, ami kipréselt nedvet jelent. A rómaiak a mustot őrölt mustármaggal keverték, így készült a tüzes must (*mustum ardens*). A mustárfajok elsődleges származási területe a Földközi-tenger keleti partvidéke, illetve Nyugat-Ázsia. Az arabok Spanyolországig terjesztették ki termesztését, a XII. században vitték be Angliába és Németországba. A mustár a rómaiak közvetítésével jutott el hazánkba. Nálunk egyéves termesztett növény, de a termesztésből kiindulva meghonosodott, mint szántóföldi gyom. Hazánkban vetésterülete folyamatosan növekszik, meghaladja a 12 000 ha-t (AUGUZTIN ET AL., 1990).

A termesztett mustárfajok a keresztesvirágúak (*Cruciferae*) családjába, a mustárfélék (*Sinapis*) rajába, a káposztafélék

(*Brassicaceae*) alrajába és különböző nemzetségekhez tartozó, rövid tenyészidejű növények. Három fajtájukat termesztik: Fehér mustár (*Sinapis alba*), Fekete vagy barna mustár (*Brassica nigra*), Szareptai orosz mustár (*Brassica juncea*) (BABULKA ÉS KÓSA, 1991; MAKAY, 1995).

A gyógyászatban a fekete mustár magvait használják fel. Hatását az teszi lehetővé, hogy az ásványok és vitaminok a szokottnál nagyobb mennyiségben fordulnak elő benne. Fő hatóanyaguk a kén- és nitrogéntartalmú glukozinolatok. A mustár-olaj erős, csípős anyag.

Felhasználása nagy körülményt igényel, a bőrrel érintkezve irritálja azt, helyi szövetelhalást okozhat. A felületi szövetekben hisztamin képződik, a bőr kivörösödik, erei kitágulnak, fokozódik a vérrellátás. E hatás jótékony lehet ízületi- és reumás fájdalmak kezelésére. A helyi hatás mellett reflexes úton távolabbi hatást is kifejthet, irritálja a légzés és a keringés központjait, ennek következtében nő a vérnyomás. Régebben ezért az ájulás kezelésére alkalmazták. Szintén régies a mustármagos borogatás

alkalmazása tüdő- és mellhártyagyulladásban (SZABÓ, 1991; RÁPÓTI ÉS ROMVÁRI, 1996).

Általános hatása a mustárnak, hogy serkenti az emésztést, nagyon jól alkalmazható a megfázás tüneteinek enyhítésére. A fehérmustárt hashajtóként adják leggyakrabban, fontos, hogy sok folyadékkal együtt kell bevenni, magas rosttartalmuk miatt.

Erősíti a szívet, az idegrendszert és a véredényeket, szabályozza a vérellátást, valamint a vérnyomást. A mustár jó vasforrás, magas az A- vitamin tartalma, mely a benne lévő olajok miatt fel is szívódik, tehát a szemet erősíti, látásjavító hatással bír.

Jó hatással van a körmök és a haj épségére a kén, illetve A- vitamin tartalmánál fogva. Hatóanyagai közül az allil-izotiocianát hisztamin felszabadulást vált ki, emiatt antibakteriális és antifungális hatást is kifejt (SZABÓ, 1991; AMAROWICZ ET AL., 1996).

Egyéb felhasználása: érett magjait a konzervipar, mint fűszert használja. Olaját kipréselve halkonzervek készítésénél hasznosítják.

A mustár illóolaját részben kozmetikai, részben gyógyászati célra ajánlják. Jó mézélő, méztermése a 40 kg/ ha-t is elérheti. Kellemes fűszer, melyet világszerte alkalmaznak.

Jelentősek a mustármag tápanyagai: fehérjetartalma 28-36%, a mustárfehérje glutaminsavban és aszparaginsavban gazdag, aminosav összetétele kedvező, kén-tartalmú aminosav- és lizin tartalma magas, esszenciális aminosav tartalma az összes aminosav tartalomnak mintegy 37%-a.

A mustármag olajtartalma 30-40%, az olaj összetétele hasonló az egyéb növényi olajok összetételéhez, az olajtartalom mintegy 5%-a telített zsírsav, 68-69% az egyszerűen, 18-19%-a többszörösen telített zsírsav (linolsav és linolénsav).

A mustármag szénhidrátja az úgynevezett mucilago, amely speciális nyálkaanyag, íze és kémiai tulajdonságai hasonlóak az élelmiszeriparban használt egyéb hidrokolloidokhoz.

A mustár aromáját, csípős ízét a keresztesvirágú növényekre jellemző glukozinolat vegyületekből az endogén mirozináz enzim hatására keletkező reakciótermékek okozzák.

A mustármag az olajos magvú növényekhez hasonlóan fenol vegyületekben is gazdag, e vegyületek részben szabad állapotban, részben kötött formában mutathatók ki. Az olajos magvakra jellemző fő fenol vegyületek közül a fenolsav és a fahéjsav, valamint azok származékai fordulnak elő jellemzően a mustárban. A mustárból a transz-szinapinsavat és p-hidroxibenzoinsavat oldható észter alakjában tudjuk kimutatni.

A mustár antioxidáns hatása részben polifenol tartalmával, részben nagy tokoferol tartalmával magyarázható. A mustárban található természetes antioxidáns vegyületek kedvező élettani hatása miatt a feldolgozott mustármag felhasználási lehetősége az újabb kutatási eredmények alapján igen széleskörű lehet. A mustár kedvező táplálkozási értéke és kolloidkémiai tulajdonságai indokolják ezen értékes mag nagy volumenű élelmiszeripari és takarmányozási felhasználását.

Ez akkor válik lehetővé, ha a csípős íz kialakulását okozó mirozináz enzimet inaktíváljuk, e célra a hőkezelés látszik a legmegfelelőbbnek (CZUKOR ET AL., 2001; NOWAK ET AL., 1992; SZMIGIELSKA ÉS SCHOENAU, 2000).

A fenti értékes tulajdonságok alapján tervezhetjük meg a különböző mustárfajták tulajdonságainak értékelését a PTE ETK Humán Táplálkozástudományi és Dietetikai Intézetében más intézetek kutató csoportjaival együttműködve.

## 2. A VIZSGÁLATOK CÉLJA - AIM

A Magyarországon beszerezhető mustárfajok beltartalmi értékeinek meghatározása, valamint az egyes mustárfajták közötti különbségek megállapítása. Valamint, hogy vannak-e különbségek a vadon termő, illetve a termesztett fajták között.

Célunk volt még, hogy meghatározzuk a mustármag milyen gyógyhatóanyagokat (illóolaj komponenseket) tartalmaz.

## 3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK – MATERIALS AND METHODS

A vizsgálatainkhoz négyféle mustármag-mintát használtunk fel. Az első minta egy mohácsi fekete mustármag, a kettes számú minta egy külföldről származó fehér, a harmadik minta Mohácsi BIO fehér mustármag volt. Mindháromat más-más természetechológiai eljárással termesztettük, a negyedik minta pedig vadon termő gyűjtésből származó mustár volt. A vizsgált négy mintából 3 fehér, 1 minta pedig fekete mustármag volt. Magyarországon elsősorban, a fehérét termesztik és vadon is ez terjedt el, ez exporttal bekerült termékek nagy részét is a fehér változat teszi ki.

A *víz-tartalom* meghatározása gravimetriás módszer segítségével történt.

A vizsgálati mintát 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd visszamértük. Az eredményt a bemért anyagra vonatkoztatva %-ban adtuk meg.

A vizsgálathoz használt műszerek: Precisa 240 A analitikai mérleg, Heraeus szárítószekrény.

*Zsirtartalom* meghatározása Soxhlet extrakcióval.

A termék zsirtartalmát Soxhlet készülékben szerves oldószerrel extraháltuk az oldószert elpárologtattuk és az extrahált zsír tömegét mértük. Ezután a zsirtartalmat kiszámítottuk.

$$x = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100$$

ahol:

$x$  a minta zsirtartalma tömegszázalékban

$m$  a bemért minta tömege g-ban

$m_1$  a lombik tömege (üveggyönggyel együtt) g-ban

$m_2$  a lombik tömege a zsírral (üveggyönggyel) együtt, g-ban

A mustármag *zsírsavösszetételének* meghatározása: Carlo-Erba Fractovap gázkromatográfiás módszerrel történt.

*Fehérjetartalom* meghatározása Kjeldahl módszerrel.

Szerves vegyületek kénsavval való főzése (roncsolása) során a bennük megkötött nitrogén ammónia alakjában lehasad, ill. a kénsavból keletkező  $\text{SO}_2$  hatására ammóniává redukálódik és a kénsav-fölösleggel nem illékony  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -tá alakul. A roncsolást katalizátor ( $\text{CuSO}_4$ ) és forráspon-növelő anyag ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) hozzáadásával végeztük. A roncsolás befejezése után a keletkezett  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ból az ammóniát erős lúggal felszabadítottuk, majd vízgőzzel átdestilláltuk és bórsavban nyelettük el. Az elnyelt ammóniát 0,1 N sósavval megitráltuk. Az eredményt szárazanyagra vonatkoztatva %-ban adtuk meg.

A vizsgálathoz használt készülékek: Precisa 240 A, analitikai mérleg, Gerhardt Kjeldatherm KT 4 laboratóriumi roncsoló, Gerhardt Vapodest 20 vízgőzdesztilláló.

A mustármag *aminosav* összetételének meghatározása.

Az aminosavakat Biotronic LC 3000 aminosav analízátorral, BTC 2410 kationcserélő gyantán választottuk el, a mennyiségi értékelést  $2,5\mu\text{M}/\text{cm}^3$  standard aminosav oldat kromatografálása után összehasonlítás alapján végeztük.

Összes *szénhidráttartalom* meghatározása sósavas hidrolízissel és Schoorl módszerrel.

*Sósavas hidrolízis*

A módszer elve:

A mintát sósavval hidrolizáltuk. A sósavas hidrolízis a vízdoldhatatlan keményítőt vízdoldható glükózzá alakítja, az oldatban esetleg jelenlévő nem redukáló cukrokat pedig invertálja. Így a minta összes szénhidrát-tartalma redukáló cukor formájában van jelen. A redukáló cukortartalmat Schoorl-Regenbogen-módszerrel határoztuk meg. Az összes szénhidráttartalmat glükózban fejeztük ki, a minta szárazanyagára vonatkoztatva.

*Cukortartalom* meghatározása Schoorl módszerrel.

A módszer elve:

A Schoorl A-oldat réz(II)-szulfátot ( $\text{CuSO}_4$ ), a Schoorl B-oldat NaOH-ot és K-Na-tartarátot tartalmaz. Ez utóbbi szolgál a  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  oldatban tartására.

Az ismert mennyiségben alkalmazott Schoorl-oldat eredeti (összes) Cu(II)-ion koncentrációját (Na-tioszulfát fogyasztását) jodometriásan meghatároztuk (vakpróba).

Az oldatban lévő Cu(II)-ionok a redukáló cukrok hatására Cu(I)-ionokká redukálódnak és vörös színű Cu(I)-oxid formájában kicsapódnak. A redukció után maradt Schoorl-oldat /Cu(II)-ionok/ feleslegét jodometriásan megtitráltuk (mintaoldat tioszulfát fogyasztása).

A vakpróbára fogyott tioszulfát-mérőoldat mennyiségéből levonva a mintaoldatok tioszulfát fogyasztását, megkaptuk a cukrok által redukált réznek megfelelő tioszulfát térfogatát. Ebből a Schoorl-féle táblázat segítségével a keresett cukor mennyiségét kiszámítottuk.

*Illóolaj-tartalom* meghatározása közvetlen térfogatméréssel.

A módszer elve:

A minta illóolaját vízgőzzel átdesztilláltuk. A kivont illóolaj-tartalmat  $105\text{ }^\circ\text{C}$ -on szárított fűszer 100 g-jára vonatkoztatva (2 tizedes pontossággal) ml-ben fejeztük ki.

*Illóolaj komponens* meghatározás

Vékonyréteg komatografias módszerrel szilikagél abszorbensű vékonyrétegre vittük fel az anyagot, toluol-etilacetát oldószer segítségével történt a komponensek szétválasztása, előhívóanyagának pedig vanilines kénsavat használtunk. Értékelés a megjelenő foltok nagysága, színintenzitása és a retenciós faktora alapján történt.

*Flavonoid vékonyréteg kromatografias azonosítás*

Szárított gyógynövényből kivonás segítségével mintát készítünk melyet szilikagél abszorbensű vékonyrétegre vittünk fel szakaszosan, megszakítva időnként a mintafelvitelt hideg levegő fúvással. A komatografáló kamrát etil-acetát- hangyasav- jécectvíz elegyével telítettük, majd behelyezzük a réteglapot, amit aztán megszárazítottunk. Naturstoff előhívóval bepermeteztük,

megszáradás után szárítószekrénybe helyeztük  $105\text{ }^\circ\text{C}$ , majd UV fény alatt vizsgáltuk.

*Mikrobiológiai vizsgálato:*

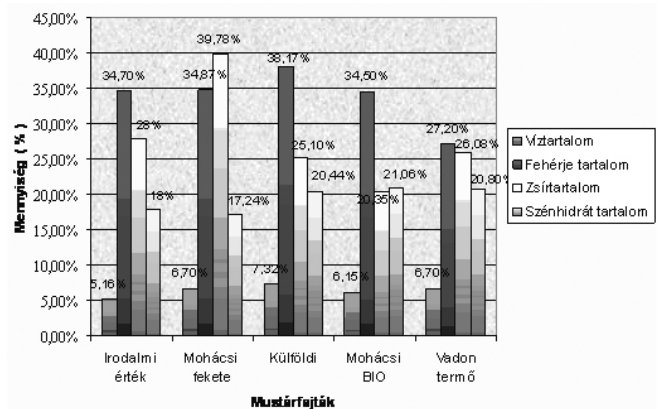
Célja a mikrobiológiai szennyeződések kimutatása az összes élő csíraszám meghatározásával, a szennyező fajták identifikálása biokémiai próbák segítségével.

Minden vizsgálatot egy-egy mintából háromszor végeztünk el, a három mérés átlagát tekintettük egy eredménynek.

#### 4. EREDMÉNYEK – RESULTS

A víztartalom tekintetében nagy eltéréseket nem tapasztaltunk az egyes minták között. A külföldről származó fehér mustármag-nak volt a legmagasabb  $7,32\%$  a víztartalma. Az irodalmi adatok  $5,16\%$  nedvességtartalomról számolnak be. A többi minta értékei az irodalmi adatok értékei felett alakultak, eltérést nem tudtunk kimutatni. A külföldről származó, forgalomban lévő terméké  $6,7\%$ , a legalacsonyabb pedig a Mohácsi BIO fehér mustármag  $6,15\%$  víztartalommal. Mivel minden minta azonos évben, ugyanolyan időjárási körülmények között volt termesztve, ezért az időjárás és a csapadék viszonyok nem befolyásoló tényezői a kapott eredményeknek.

A zsirtartalom tekintetében nagyobbak az eltérések: a legmagasabb értékkel a fekete mustármag rendelkezik ( $39,78\%$ ), a legalacsonyabbal pedig a Mohács BIO termesztésű fehérmustármag bír ( $20,35\%$ ), a másik két érték között különbség alig található. A külföldről származó fehér mustármagé  $25,10\%$ ,  $26,08\%$  a vadon termő. Irodalmi adatokkal összevetve a két középérték is kissé alacsonyabbnak bizonyult az ismert irodalmi adatoknál, ami  $28\%$ -osnak adja meg a mustármag átlagos zsirtartalmát (1. ábra)

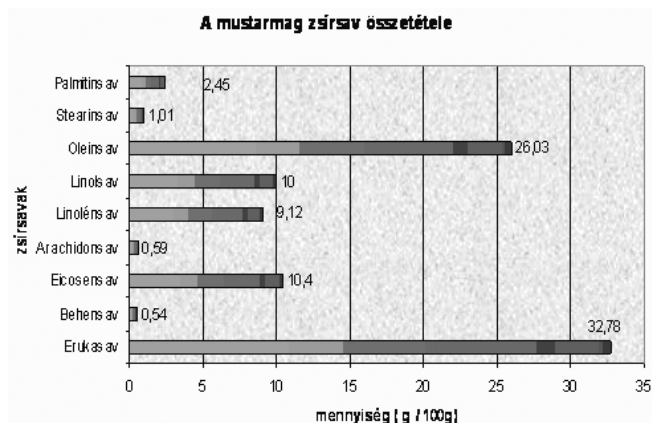


1. ábra

A mustármag kémiai vizsgálatának eredményei (Results of the chemical investigation of mustard-seed)

Fig.1

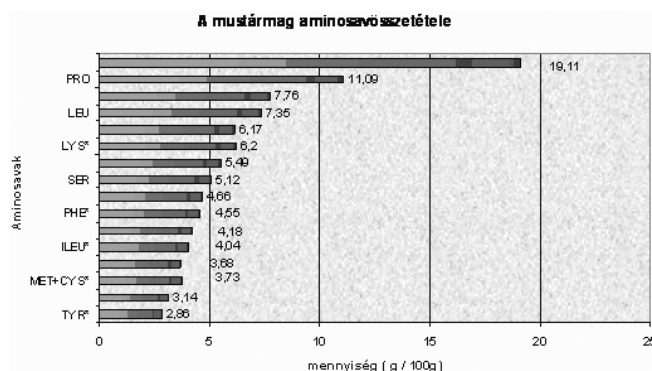
A zsírsavösszetétel vizsgálata alapján azt találtuk, hogy linolt és nagyobb mennyiségű linolénsavat, valamint arachidonsavat is tartalmaz, melyek a szervezetünk számára esszenciálisak. Kis mennyiségben telített zsírsavakat is kimutattunk, mint a palmitsav, valamint a sztearinsav. A mi méréseinkben a mustármag erukasav tartalma ( $32,78\text{g}/100\text{g}$ ) amely nem éri el az irodalmi értékeket ( $35,13\text{g}/100\text{g}$ ) (2. ábra).



2. ábra  
A mustármag zsírsavösszetételét mutatja (Results of the fatty acid investigation)

Fehérjetartalomban is nagy különbségek mutatkoztak az egyes minták között, a legmagasabb a fehérjetartalma a külföldről származó fehér mustármagnak volt 38,17%. A legkevesebb fehérjét pedig a vadon termő fehér mustármagnak mértünk 27,20%. A Mohácsi fekete mustármag 34,8% értéke megfelel az irodalmi értékeknek, alig van különbség a vadon termő növény fehérje tartalma 34,49%, valamint az irodalmi érték között (1. ábra).

Az aminosav analízis során azt láttuk, hogy a mustármag aminosav összetétele jó, esszenciális aminosavakat is tartalmaz, a triptofán és az izoleucin hiányzik belőle (3. ábra).



3. ábra  
A mustármag aminosavösszetételét mutatja (Results of the amino acid investigation)

Szénhidrát tartalom tekintetében azt tapasztaltuk, hogy közel azonos tartalommal rendelkeznek az egyes vizsgált minták, és az irodalmi értékekhez nézve is kicsik az eltérések. A legnagyobb szénhidrát tartalommal a Mohácsi BIO mustár rendelkezik (21,06%), a legalacsonyabb szénhidrát tartalmat pedig a Mohácsi fekete mustármagnak mértük. A másik két minta értéke (20,44-21,06%) közötti, az irodalomban pedig (18%) szénhidrát értékeket találtunk (1. ábra).

A mikrobiológiai vizsgálatok eredményei azt igazolták, hogy a vizsgált minták minden táptalajon a 4/1998(XI. 11) EüM. rendeletben megadott határérték alatti csíraszámokkal rendelkeznek. Az egyes csírák azonosításának eredményei szerint azt tapasztaltuk, hogy enterális patogén mikroorganizmusokat nem tartalmaztak.

Az illóolaj meghatározás során azt tapasztaltuk, hogy az irodalmi illóolajadatnál, mely 0,16ml/100g, minden esetben magasabb értékeket kaptunk. A legnagyobb értéket a fekete mustárnál találtuk 0,62 ml/100g, a többi érték közel azonos tartományban található, 0,22-0,28ml/100g közötti.

Az illóolaj komponensek azonosítása nem minden esetben volt lehetséges, voltak olyan komponensek is melyek meghatározása a ma ismert módszerek segítségével nem lehetséges. A következőket azonosítottuk: piperilin, limonen, dipiperin, cineol, terpinen-4-ol.

Flavonoidokat nem tudtunk kimutatni egyik mintából sem, pedig az irodalmi adatok szerint magas tartalommal rendelkeznek. Feltehetően az alkalmazott módszer (flavonoid vékonyréteg kromatográfias eljárás) nem volt alkalmas a mustármag flavonoidok kimutatására, vagy a minták előkészítése nem megfelelő módon történt. Ezért további vizsgálatok szükségesek a flavonoidok kimutatására.

## 5. MEGBESZÉLÉS – CONCLUSION

A vizsgálataink megerősítették, hogy a mustármag beltartalmi értéke alapján igen értékes élelmiszer alapanyag. Számottevő különbséget a termesztett és a vadon termő növény fajok között, valamint az irodalmi adatok között nem tudtunk kimutatni. Az egyes mustármagok tápanyagtartalma között is csak kismértékű eltéréseket találtunk a fehérje és zsirtartalmak tekintetében, melyek háttérben feltételezéseink szerint a termesztés technológiai különbségek állhatnak (ezt azonban jelen vizsgálataink során nem vizsgáltuk). A különböző mustárfajták víztartalma között elenyésző különbségeket találtunk, a legmagasabb víztartalommal a külföldről származó fehér mustármag rendelkezett, míg a legalacsonyabb értékeket a Mohácsi BIO fehér mustármagból mértünk. Minden mintát azonos évben, közel azonos időjárási körülmények között termesztettünk, vagy termelt ezért az időjárási viszonyok és a csapadék mennyisége nem befolyásolta a kapott eredményeket. A fehérje tartalmak már nagyobb különbségeket mutattak, a legmagasabb értékkel a külföldről származó fehér mustármag rendelkezett, legalacsonyabbat pedig a vadon termő fehér mustármagnál igazoltunk. A vadon termő fehér mustár, valamint a termesztett fehér mustárok fehérje értékeit összevetve azt láttuk, hogy magasabb értéket mértünk a termesztett fajtáknál. Az irodalmi adatokkal is összehasonlítva az eredményeket, a fehér mustármag illetőleg a fekete mustármag fehérje tartalmai közel azonosak. A különböző mustármag fajták aminosavban gazdagok, esszenciális aminosavakat is tartalmaznak, csak a triptofán és az izoleucin hiányzik belőlük. A lipid vizsgálatok eredményei alapján a legmagasabb zsirtartalommal a fekete mustármag rendelkezik, a legalacsonyabb értéket a Mohácsi BIO termesztésű fehér mustármagnál találtunk. A külföldről származó fehér, illetőleg a vadon termő fehér mustármag értékei közel azonosak. Az irodalmi adatok értékeivel összehasonlítva a kapott eredményeket, csak a fekete mustár eredményei magasabbak, mint az irodalmi értékek, a többi három esetben ennél jóval alacsonyabb értékeket mértünk. Az esszenciális zsírsavaknak is forrása a mustármag. A telített zsírsavak mennyisége elenyésző, palmitinsavat valamint sztearinsavat tar-

talmaztak a minták. Az erukasavat génmanipuláció segítségével valamint hőkezeléssel ki lehet iktatni vagy csökkenteni lehet. A mustármagnak zsírsav és aminosav összetétele miatt jelentős a táplálkozásbiológiai jelentősége. A fekete mustármag több zsírt tartalmazott, mint a fehér mustármag vizsgálataink szerint. A fehér mustármagokat összevetve azt tapasztaltuk, hogy a külföldről származó fehér mustármag valamivel több vizet tartalmaz, mint a Mohácsi BIO természetű fehér mustármag, illetőleg a vadon termő fehér társa. A külföldi származású fehér mustárnál mértük a legmagasabb fehérje tartalmat, átlagos zsírtartalom mellett. A három fehér mustármag minta közül a külföldről származó tartalmazta a legkevesebb szénhidrátot. A vadon termő fehér mustármag víztartalma átlagos, azaz az irodalmi értékekkel megegyező, fehérje- és zsírtartalma az irodalmi értékekhez viszonyítva alacsonyabb, de a másik két fehér mustármagnál a zsírtartalma magasabb volt. A vadon termő minta szénhidrát tartalma a többi fehér mustármag mintához hasonlóan átlagos, kissé magasabb, mint az irodalmi adatokban feltüntetett értékek.

Eredményeink alapján azt mondhatjuk, hogy számottevő különbségek nincsenek az egyes természetű minták között.

Elenyésző különbségeket találtunk a fehér illetőleg a fekete mustármag beltartalmi értékei között. A vadon termő minta értékei alacsonyabbak, mint a természetű mustármag minták értékei.

A vitamin és ásványi anyag tartalma valamint antioxidáns tulajdonságú vegyületei folytán számos betegség megelőzésében szerepe lehet a mustármagnak, melyet korábbi vizsgálatok támasztanak alá. Mikrobiológiai tisztasága a mustármagfajtáknak, még vadon termő formában is megfelelő, amely bizonyított baktericid és fungicid hatásaiknak köszönhetünk. Az illóolaj tartalma magas, minden esetben az irodalmi adatoknál nagyobb mennyiséget mutattunk ki. Az illóolaj komponensei emberi szervezetben olyan folyamatokat indukálnak, melyek egyes betegségek kezelésében, és a megelőzésében jótékony hatásúak, melyet már korábbi vizsgálatok bizonyítottak. Az emberi szervezet számára a mustármag bevitel veszélyt nem jelent, hiszen káros anyagokat nem tartalmaz. A jó táplálkozás élettani megítélése miatt a mustármag szélesebb körű élelmiszeripari és gyógyászati, valamint egyes irodalmi adatok alapján, takarmányozási felhasználását egyre szélesebb körben indokolja. Annak meghatározását, hogy milyen formában és milyen mennyiségben, pontosan milyen esetekben lehet alkalmazni további vizsgálatok elvégzését teszi szükségessé, amelyeknek kivitelezését intézetünk közreműködésével megkezdjük.

## 6. ÖSSZEFOGLALÓ – SUMMARY

A gyógynövények számos olyan hatással rendelkeznek, melyek nagy részét ismerjük, de számos olyan tulajdonsággal is rendelkeznek, melyekről még keveset tudunk. A mustárt régóta ismerik és alkalmazzák, mint gyógynövényt. Hatását az teszi lehetővé, hogy az ásványok és vitaminok a szokottnál nagyobb mennyiségben fordulnak elő benne. Fő hatóanyaguk a kén- és nitrogéntartalmú glukozinolátok. Hatóanyagai közül az allil-izotiocianát hisztamin felszabadulást vált ki, e miatt antibakteriális

és antifungális hatást is kifejt. A mustármag fehérjetartalma 28-36%, aminosav összetétele is kedvező. A mustármag olajtartalma 30-40%, az olaj összetétele hasonló az egyéb növényi olajok összetételéhez. A mustármag szénhidrátja az úgynevezett mucilago, amely speciális nyálkaanyag, íze és kémiai tulajdonságai hasonlóak az élelmiszeriparban használt egyéb hidrokolloidokhoz. A mustármag az olajos magvú növényekhez hasonlóan fenol vegyületekben is gazdag, a fenol vegyületek közül a fenolsav és a fahéjsav, valamint azok származékai fordulnak elő jellemzően a mustárban. A mustár antioxidáns hatása részben polifenol tartalmával, részben nagy tokoferol tartalmával magyarázható. Az illóolaj tartalma magas, az illóolaj komponensei emberi szervezetben olyan folyamatokat indukálnak, melyek egyes betegségek kezelésében, és a megelőzésében jótékony hatásúak. Kedvező táplálkozás élettani megítélése miatt a mustármag szélesebb körű élelmiszeripari, gyógyászati, valamint egyes irodalmi adatok alapján takarmányozási felhasználását indokolja.

## IRODALOM – REFERENCES

- (1) **Amarowicz, A., Wanasundra, U. N., Karamac, M., Shahidi, F.:** Antioxidant activity of ethanolic extract of mustard seed *Nahrung*.5. 1996, 261-263.
- (2) **Augutzin, B., Jávorka, S., Giovanini, R., Rom, P.:** Magyar gyógynövények. Földművelési Minisztérium, Budapest, 1990, 256-289.
- (3) **Babulka P., Kósa G.:** Képes gyógynövénykalauz. Propszerv Kft., Budapest, 1991, 103-115.
- (4) **Ciska, E., Kozłowska, H.:** Glucosinolates of cruciferous vegetables. *Ppol.J.Food Nutr.Sci.*7 5-22 (1998)
- (5) **Czukur B., Schuster-Gajzágó I., Márkus Zs., Cserhalmi Zs., Gelencsér É., Adányi N.:** Investigation of nutritional value of myrosinase inactivated mustard seed flour (poster) 2001 *Annals of Nutrition and Metabolism, Proc. of the 17th International Congress of Nutrition Vienna, Austria* 2001, 369
- (6) **Gryglewicz, S.:** Rapeseed oil methyl esters preparation using heterogeneous catalysts. *Bioresouce Technology* 70 (3) 249-243 (1999)
- (7) **Makay B.:** Gyógyítás füvel, fával. Tóth könyvkereskedés és Kiadó Kft., Debrecen, 1995, 16-18.
- (8) **Marcone, M. F., Yada, R.Y., Aroonkamonsri, W., Kakuda, Y.:** Physico-chemical properties of purified isoforms of 12S seed globulin from mustard seed, *Biosci. Biotech. Biochem* 61 (1) 65-74 (1997)
- (9) **Nowak, H., Kujawa, K., Zadernojeski, R., Rozniak, B., Kozłowska, H.:** Antioxidative and bactericidal properties of compounds in rapeseeds. *Fett-Wissenschaft-Technologie* 94 (4) 149-152 (1992)

- (10) **Rápóti J., Romvári V.:** Gyógyító növények. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 1996, 19-22, 165-168.
- (11) **Seppanen-Laakso, T., Laakso, I., Hiltunen, R.:** Analysis of fatty acids by gas chromatography, and its relevance to research on health and nutrition. *Analytica Chimica Acta* 465, 1-2, 16 39-62 (2002)
- (12) **Szabó L. Gy.:** Fitoterápiai útmutató. Melius Kiadó, Pécs, 1991, 36-49.
- (13) **Szmigielska, A. M., Schoenau, J. J.:** Use of anion-exchange membrane extraction for the High-performance Liquid Chromatographic analysis of mustard seed glucosinolates. *J. Agric. Food Chem* 48 5190-5194 (2000)
- (14) **Valesek, J., Mikulcova, R., Mikova, K., Woldie, K. B., Link, J., Davidek, J.:** Chemometric investigation of mustard seed. *Lebensm-Wiss und Technol* 28 620-624 (1995)