



## Étkezési csírák biológiai értékének vizsgálata I. Zsirtartalom és zsírsav-összetétel

Márton<sup>1</sup> M., Csapó<sup>1,2</sup> J.

<sup>1</sup>Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

<sup>2</sup>Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai-Biokémiai Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

### ÖSSZEFOGLALÁS

*Kutatásaink során az legismertebb csírák: a búza a lencse, a lucerna, a retek és a napraforgómag zsírsavtartalmát vizsgáltuk a csíráztatási idő függvényében. Megállapítottuk, hogy a csíráztatás folyamán minimális mértékben változik mind a telített, mind a telítetlen zsírsavak mennyisége. Az általunk vizsgált csírák a telítetlen zsírsavak közül jelentős mennyiségben tartalmaztak palmitinsavat, amelynek mennyisége alig változott, a lucernacsíra esetében pedig nőtt a csíráztatás során. A telítetlen zsírsavak közül az általunk vizsgált magok és csírák olajsavból és linolsavból tartalmaztak legtöbbet. Az olajsav-tartalom gyakorlatilag változatlan maradt a csíráztatási idő függvényében, és ugyanez elmondható a lencsecsíra kivételével a linolsavra is az összes általunk vizsgált élelmezési csíra esetében. A lencsecsíránál az olajsav mennyisége jelentős mértékben csökkent, a linolsav mennyisége pedig jelentős mértékben nőtt. Vizsgálataink alapján elmondható, hogy a legtöbb általunk vizsgált zsírsav a csírák nagyobb részénél gyakorlatilag alig változott a csírázási idő függvényében, és tendenciát sem a telített, sem a telítetlen zsírsavak esetében nem tudtunk megállapítani.*

(Kulcsszavak: táplálkozási csírák, a csíráztatás során végbemenő kémiai változások, zsirtartalom, zsírsav-összetétel)

### ABSTRACT

#### Evaluation of biological value of sprouts I. Fat content and fatty acid composition

M. Márton<sup>1</sup>, J. Csapó<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Sapientia Hungarian University of Transylvania, Csíkszereda Campus, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

<sup>2</sup>Kaposvár University, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

*During our research work the fatty acid content of the most important sprouts: wheat, lentil, alfalfa, radish and sunflower seed was investigated during the germination and sprouting periods. It was established that both the saturated and the unsaturated fatty acids hardly changed during germination. The most important saturated fatty acid of the investigated sprouts by us is the palmitic acid, mass of which hardly changed or increased at alfalfa sprout during germination. The oleic and linoleic acid were present in the highest concentration among the unsaturated fatty acids in the sprouts investigated. The concentration of the oleic acid remained unchanged during the germination period, and the same tenable, except lentil, about linoleic acid in case of total sprouts investigated. In the case of lentil sprout the concentration of the oleic acid decreased, as opposed to it linoleic acid content increased significantly. Based on our investigation it can be stated that most of the fatty acids hardly changed during the germination period, and there was no verifiable tendency.*

(Keywords: sprouts, chemical changes during germination, fat content, fatty acid composition)

## BEVEZETÉS

Az utolsó évtizedekben egyre nagyobb figyelmet fordítanak a szakemberek az egészség táplálkozásra, ennek szerepére az egészség megőrzésében és bizonyos betegségek megelőzésében. Az étkezési szokások, élelmiszerek és az elkészítési módszerek megváltozása hozzájárult a táplálkozási érték csökkenéséhez. Különböző kórtani kutatások arra a következtetésre jutottak, hogy a nagy mennyiségű növényi eredetű élelmiszer fogyasztása hatékony lehet bizonyos krónikus betegségek kialakulásának megelőzésében. Ezeket a jótékony hatásokat részben a növények magas antioxidáns aktivitásának tulajdonították. A növényekben található legfontosabb antioxidánsok a C-vitamin, a karotinoidok és a fenolszármazékok, különösen a flavonoidok.

A csírázás természetes biológiai folyamat, ami minden magasabbrendű növény sajátosága, melyek során a nyugalmi állapotban lévő mag, kedvező környezeti feltételek mellett (megfelelő nedvességtartalom, hőmérséklet, oxigén) növekedésnek indul, és egy új növény fejlődik ki. A csíráztatás során a poliszacharidok oligo- és monoszacharidokká, a zsírok szabad zsírsavakká, a fehérjék pedig oligopeptidekké és szabad aminosavakká bomlanak le, mely folyamatok a szervezetünkben lejátszódó biokémiai mechanizmusokat segítik. Javítják mind a fehérjebontó, mind a szénhidrát- és zsírbontó enzimek hatékonyságát, ezért a csíráztatás egyfajta előemésztésnek tekinthető, mely segít a nagy molekulájú összetett anyagokat építőköveire bontani. A csíráztatást követően egészségvédő hatással és fitokémiai tulajdonságokkal rendelkező vegyületeket (glükozinolatok, természetes antioxidánsok) is sikerült kimutatni, melyeknek jelentős szerepük lehet többek közt például a rák megelőzésében is (*Sangronis és Machado, 2007*). A csíráztatás tehát a maghoz képest olyan funkcionális élelmiszerek kifejlesztéséhez vezethet, melyek pozitív hatással vannak az emberi szervezetre, és amelyek segítenek az egészség megőrzésében (*Sangronis és Machado, 2007*).

A csírák eleget tesznek a modern táplálkozástudomány által a teljes értékű élelmiszerekkel szemben támasztott követelményeknek. Összehasonlítva a magvakkal, a csírák táplálkozási értéke magasabb: jobb minőségű a fehérje, kedvezőbb az aminosav megoszlás, magasabb a többszörösen telítetlenzsírsav-tartalom, a nyomelemek és esszenciális ásványi anyagok hasznosíthatósága jobb, és magasabb vitamintartalommal rendelkeznek. A csíráztatás során csökken az olyan antinutritív anyagok mennyisége, mint a hemaglutininek, a tanninok, a pentozánok, a fitinsav és a tripszinh inhibitor-aktivitás. A kutatások eredményeként úgy találták, hogy a csírák jó aszkorbinsav, riboflavin, kolin, tiamin, tokoferol és pantoténsav források (*Lintschinger és mtsai., 1997*).

*Urbano és mtsai.* (2005) a különböző csírák fehérjeemészhetőséget és az ásványi anyagok hasznosíthatóságát, *Gill és mtsai.* (2004) a zöldségfogyasztás és a rák megelőzése közötti kapcsolatot, *Clarke és mtsai.* (2008) pedig a különböző csírák szulforafán-tartalmának rákmegelőző hatékonyságát vizsgálták. *Kim és mtsai.* (2004) a hajdina zsírsav-összetétel változását vizsgálták csíráztatás hatására. Megállapították, hogy a legtöbb csírában legnagyobb mennyiségben jelen levő zsírsav a linolénsav, koncentrációja hét nap alatt 52,1%-ra nőtt, és az összes telítetlen zsírsav mennyisége nagyobb lett, mint 83%, tehát a telítetlenek domináltak a telítettek mellett. Az olajsav mennyisége 36,8%-ot, a linolsav 38,1%-ot, a linolénsav pedig 2,7%-ot tett ki az eredeti magban. A csíráztatás során a telített zsírsavak koncentrációja rohamos mértékben csökkent, és a mirisztinsav, valamint a sztearinsav egy nap alatti csíráztatás során eltűnt a mintából. A telítetlen zsírsavak közül az olajsav fokozottan csökkent, a linolsav és a linolénsav pedig nőtt a csíráztatás során. Ez azért nagyon jelentős, mert a linolsav, a linolénsav és az arachidonsav esszenciális az emberi szervezet számára. A linolsav képes

a bioaktív vegyületek szállítására és át tud alakulni arachidonsavvá, amelyből hormonszerű vegyületek képződnek. Összefoglalva megállapították, hogy a hajdina zsírsavai döntő többségét a telítetlenek teszik ki, melyek közül a linolsav fordul elő legnagyobb mennyiségben.

*Tokiko és Koji* (2006) különböző csírák zsirtartalmát és zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a zsirtartalom 0,4 és 1,6% között volt. A zsírsav-tartalom vizsgálata során megállapították, hogy a legnagyobb koncentrációban jelen lévő zsírsav a linolénsav volt; 23% a hajdina esetében, 48% a szójában, 47,7% a lóherében és 40,6% a borsóban.

A szakirodalmat áttanulmányozva, a zsirtartalom változásáról és a zsírsav-összetétel alakulásáról a csírázás során több adatot nem találtunk. A két fellelhető, előbb idézett cikk megállapításainak egy részét is aggályosnak tartjuk, mert kevésbé ismertek azok a mechanizmusok, amelyek a telített zsírsavakat telítetlenné, az egyszerűen telítetlen olajsavat pedig többszörösen telítetlen zsírsavakká alakítaná át. Fentiek miatt kezdtünk vizsgálni az étkezési csírák zsírsav-összetételével és a csírázási folyamat során bekövetkező zsírsav-összetételbeni változásokkal kapcsolatban. Munkánk során meghatároztuk a búza-, a lencse-, a napraforgó-, a lucerna- és a retekmag csírák zsírsav-összetételét, és annak változását a csírázási idő függvényében. Közleményünkben a kapott eredményekről kívánunk beszámolni.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### **A vizsgált minták, a csíráztatás**

Biotermesztésből származó, a kereskedelmi forgalomban kapható búza-, lencse-, napraforgó-, lucerna- és retekmagokat szereztünk be olyan mennyiségben, ami elegendőnek bizonyult egy étkezési adag csírá előállításához (100-200 g). A magvakat 0,1%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-oldatban 1 percen keresztül mostuk, ezt követően 24 órán át desztillált vízben duzzasztottuk. A 24 óra letelte után a magvakat csíráztató tálakba helyeztük, és 20 °C-on, Memmert 200 inkubátorban csíráztattuk, naponta kétszer desztillált vízzel permeteztük és 24 óránként mintát vettünk. A hazai gyakorlat és a nemzetközi ajánlásoknak megfelelően a búzát és a lencsét 3 napig, a retek 7 napig, a lucernát 8 napig, a napraforgót 5 napig csíráztattuk. A csíráztatást követően a csírákat desztillált vízzel mostuk, 60 °C-on szárítottuk, majd fagyasztva -10 °C hőmérsékleten tároltuk az analízisek megkezdéséig.

A csírák nyerszsír-tartalmát Soxhlet-féle extrakciós készülékben, éteres kivonás után, az MSz 6830/19-79 szabvány szerint határoztuk meg. A nyerszsír-tartalmat két párhuzamos meghatározás eredményének középértékeként, egytizedes pontossággal adtuk meg. A párhuzamos vizsgálatok közötti megengedett legnagyobb eltérés 0,3% nyerszsír.

A zsírsav analízisre történő minta-előkészítés során 1 g zsirt tartalmazó mintamennyiséget 8–20 cm<sup>3</sup> tömény sósavval forró vízfürdön egy órán keresztül roncsoltuk. Miután lehült, 7 cm<sup>3</sup> etanolt adtunk hozzá. A lipideket előbb 15 cm<sup>3</sup> éterrel, majd 15 cm<sup>3</sup> petroléterrel extraháltuk, a szerves fázisokat egyesítettük, majd rotációs vákuumbepárlóval eltávolítottuk az oldószert. A bepárolt mintához 4 cm<sup>3</sup> 0,5 M metanolos nátrium-hidroxid-oldatot öntöttünk, visszafolyó hűtőt szereltünk a gömblombikra, és elektromos melegítőn forraltuk addig, amíg az aljáról a zsírsepek el nem tűntek (kb. 5 perc). Ezután a hűtőn keresztül 4 cm<sup>3</sup> 14%-os metanolos bór-trifluorid-oldatot öntöttünk a lombikba, és három percig forraltuk. Négy cm<sup>3</sup> nátrium-szulfáton szárított hexánt adtunk hozzá, egy percig forraltuk, majd lehűtöttük. Lehülés után levettük a hűtőt, és annyi telített vizes sóoldatot öntöttünk a lombikba, hogy a szerves fázis a nyakába kerüljön. Szétválás után a szerves fázisból vízmentes nátrium-szulfátot tartalmazó fiolákba mintát vettünk, és ebből injektáltunk a gázkromatográfba.

A zsírsav-összetétel meghatározást Varian 3800 gázkromatográf készülékkel végeztük. A kromatográfiás oszlop egy kvarc kapilláris kolonna volt, melynek állófázisa CP-Sil 88 (FAME). Az oszlop hosszúsága 100 m, belső átmérője 0,25 mm, a film vastagsága 0,2 µm volt, a zsírsav-metilésztetek kimutatására lángionizációs detektort használtunk. A detektorgázok áramlási sebessége a következő volt: hidrogén 30 ml/perc, levegő 200 ml/perc, „make up” (öblítő) gáz 30 ml/perc. Az injektor fémtömb termosztátjának és a detektor hőmérséklete a mérés során 270 °C volt. A vivőgáz nagy tisztaságú hidrogén, az oszlopfaj-nyomás 235 kPa volt. A mérés során hőmérséklet-programot alkalmaztunk, azaz a kolonnatér hőmérsékletét emeltük az idő függvényében annak érdekében, hogy a gyorsan eluálódó zsírsav-metilésztetek nagyobb retenciós idővel, a lassabban eluálódó zsírsav-metilésztetek pedig kisebb retenciós idővel jelenjenek meg a kromatogramon. Kezdetben az oszlop hőmérsékletét 140 °C-on tartottuk 10 percig, majd hőmérsékletét percenként 5 °C-kal emeltük, amíg el nem érte a 235 °C-ot, majd ezen a hőmérsékleten tartottuk 30 percig. Ezt követően befejeztük a mérést. Az injektált oldat térfogata 1 µl volt. A zsírsav-metilésztetek azonosítására a Supelco cég által gyártott „37 component FAME Mix” standardot használtuk, az eredményeket relatív zsírsav-metilésztet tömeg%-ban adtuk meg.

## EREDMÉNYEK

Az 1 táblázat a csíranövények nyerszsír-tartalmát mutatja. Az eredményt tömegszázalékban adtuk meg légszáraz szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva.

### 1. táblázat

#### A csíranövények nyerszsír-tartalma

Sorszám (1)	Megnevezés (2)	Nyerszsír-tartalom (%) (szárazanyagra) (3)
1	Búzamag (4)	1,7
2	Búzacsíra 3. nap (5)	1,7
3	Lencsemag (6)	1,4
4	Lencsecsíra 3. nap (7)	1,4
5	Lucernamag (8)	10,3
6	Lucernacsíra 3. nap (9)	9,8
7	Lucernacsíra 7. nap (10)	4,5
8	Retekmag (11)	39,0
9	Retekcsíra 2. nap (12)	39,2
10	Retekcsíra 6. nap (13)	20,2
11	Napraforgómag (14)	60,3
12	Napraforgócsíra 3. nap (15)	57,7
13	Napraforgócsíra 5. nap (16)	43,4

Table 1. Fat content of sprouts

Number(1), Naming(2), Crude fat content (for dry material)(3), Wheat(4), Wheat sprout(5), Lentil(6), Lentil sprout 3 days(7), Alfalfa(8), Alfalfa sprout 3 days(9), Alfalfa sprout 7 days(10), Radish(11), Radish sprout 2 days(12), Radish sprout 6 days(13), Sunflower(14), Sunflower sprout 3 days(15), Sunflower sprout 5 days(16)

A búza- és a lencsecsíra esetében nem tapasztaltunk változást, a lucernacsíra esetében a zsírtartalom mintegy a felére csökkent, és ugyanez igaz a hatnapos retkecsírára is. A napraforgócsíra esetében a csökkenés mintegy 30%-os. A 2. táblázat a búzamazag és búzacsíra zsírsav-összetételét tartalmazza.

## 2. táblázat

**A búzamazag és búzacsíra zsírsav-összetétele**

Zsírsav megnevezése (1)		Búzamazag (2)	Búzacsíra 3. nap (3)
		Zsírsav-metilészter tömeg%(4)	
Undekánsav	11:0	1,7	1,7
Laurinsav	12:0	0,1	0,1
Tridekánsav	13:0	0,7	0,7
Mirisztinsav	14:0	0,8	0,5
Pentadekánsav	15:0	0,3	0,3
Palmitinsav	16:0	31,2	33,5
Sztearinsav	18:0	1,9	1,2
Olajsav	18:1	10,7	7,8
Linolsav	18:2	25,6	27,3
Arachidinsav	20:0	0,3	0,2
Eikozénsav	20:1	0,9	0,4
$\alpha$ -linolénsav	18:3n3	2,0	2,5
Behénsav	22:0	1,2	1,2
Eikozatriénsav	20:3n6	1,4	1,5
Eikozatriénsav	20:3n3	2,3	0,2

Table 2. Fatty acid composition of wheat and wheat sprout

Naming of the fatty acid(1), Wheat(2), Wheat sprout(3), Relative percentage of fatty acid methyl esters(4)

A búzacsírában a legnagyobb koncentrációban jelen lévő zsírsavak a palmitinsav, a linolsav és az olajsav. A telített zsírsavak közül a palmitinsav 33,5%-ban van jelen a búzacsírában, mely értékek magasabbak a búzában kapott értéknél (31,2%), tehát a csíráztatás hatására növekedett a palmitinsav koncentrációja. A sztearinsav értéke a kiindulási búzamazag 1,9% értékéről 1,2%-ra csökken a búzacsíra esetén. A telített zsírsavak közül, a felsoroltakon kívül a búzacsíra mintákból sikerült kimutatni undekánsavat (1,7% a búzamazagban, ugyanennyi a búzacsírában), laurinsavat (0,1% mindkét mintában), tridekánsavat (0,7% a búzamazagban és a csírában), mirisztinsavat (0,8% a búzamazagban és 0,5% a búzacsírában), pentadekánsavat (0,3% mindkét mintában), arachidinsavat (0,3% a búzamazagban és 0,2% a búzacsírában) és behénsavat (1,2% mindkét mintában).

Az egyszerűen telítetlen zsírsavak közül az olajsav van jelen legnagyobb koncentrációban, melynek értéke a csíráztatás hatására a kiindulási búzamazag 10,7% értékéről 7,8%-ra csökken. A mintákban kimutatható volt még eikozénsav 0,9%-ban a búzamazagban, és 0,4%-ban a búzacsíra esetén.

A többszörösen telítetlen zsírsavak közül a legnagyobb mennyiségben jelen lévő zsírsav a linolsav, mely értéke a kiindulási búzamazag 25,6%-áról a búzacsírában 27,3%-ra nőtt. A mintákból kimutatható volt még a többszörösen telítetlen zsírsavak közül az  $\alpha$ -

linolénsav (2,0% a búzamazgban, 2,5% az búzacsírában) és az eikozatriénsav (C20:3n6): (1,4% búzamazgban, 1,5% a búzacsírában), (20:3n3): (2,3% búzamazgban, 0,2% a búzacsírában). A 3. táblázat a lencse és lencsecsíra zsírsav-összetételét tartalmazza.

### 3. táblázat

#### A lencse és lencsecsíra zsírsav-összetétele

Zsírsav megnevezése (1)		Lencsemag (2)	Lencsecsíra 3. nap (3)
		Zsírsav-metilészter tömeg% (4)	
Undekánsav	11:0	0,4	0,6
Laurinsav	12:0	0,2	0,2
Tridekánsav	13:0	0,4	0,4
Mirisztinsav	14:0	1,1	1,1
Pentadekánsav	15:0	0,4	0,7
Palmitinsav	16:0	26,2	27,0
Sztearinsav	18:0	1,6	2,2
Olajsav	18:1	14,0	9,3
Linolsav	18:2	19,4	27,4
Arachidinsav	20:0	0,3	0,5
Eikozénsav	20:1	0,3	0,4
$\alpha$ -linolénsav	18:3n3	3,3	4,7
Behénsav	22:0	1,2	1,6
Eikozatriénsav	20:3n6	1,4	1,4
Eikozatriénsav	20:3n3	0,1	0,1

*Table 3. Fatty acid composition of lentil and lentil sprout*

*Naming of the fatty acid(1), Lentil(2), Lentil sprout 3 days(3), Relative percentage of fatty acid methyl esters(4)*

A lencsecsírában a palmitinsav, a linolsav és az olajsav található a legnagyobb koncentrációban. A telített zsírsavak közül a palmitinsav a lencsemagban 26,2%-ban található, a csírában ennek értéke magasabb (27,0%). A telített zsírsavak közül a mintákból kimutatható volt undekánsav (0,4 % a lencsében, 0,6% a lencsecsírában), laurinsav (0,2% mindkét mintában), tridekánsav (0,4% mindkét mintában), mirisztinsav (1,1% mindkét mintában), pentadekánsav (0,4% a lencsében, 0,7% a csírában), sztearinsav (értéke kiindulási lencse 1,6%-áról 2,2%-ra növekedett a csírában a csíráztatás hatására), arachidinsav (0,3% a lencsében, 0,5% a csírában) és behénsav (1,2% a lencsében, 1,6% a lencsecsírában).

A telítetlen zsírsavak közül a linolsav és az olajsav található a legnagyobb mennyiségben. A linolsav koncentrációja a lencsében 19,4%; a csíráztatás hatására ezen érték 27,4%-ra nőtt a lencsecsírában. Az olajsav a lencsében 14,0%-ban van jelen, melynek értéke a csíráztatás során 9,3%-ra csökken a lencsecsírában. A telítetlen zsírsavak közül kimutatható volt továbbá az eikozénsav (0,3% a lencsében és 0,4% a csírában). A többszörösen telítetlen zsírsavak közül az  $\alpha$ -linolénsav koncentrációja a kiindulási lencse 3,3% értékéről 4,7%-ra növekszik a csíráztatás hatására, az eikozatriénsav koncentrációja viszont alig változott (20:3n6: 1,4% a lencsében és a lencsecsírában 1,5%, 20:3n3: 0,1% mindkét mintában).

A 4. táblázat a lucernamag és lucernacsíra zsírsav-összetételét tartalmazza. A lucernacsírában a legnagyobb koncentrációban jelen lévő zsírsavak a linolsav, az  $\alpha$ -linolénsav, a palmitinsav és az olajsav. A telített zsírsavak közül legnagyobb koncentrációban kimutatható volt a palmitinsav, mely koncentrációja a csíráztatás hatására növekedett: 15,9% a lucernamagban, ugyanennyi a három napos, és 22,4% a hétnapos lucernacsírában. A sztearinsav koncentrációja a csíráztatás során növekedett (3,2%-ról 4,4%-ra a lucernacsíra esetén). A telített zsírsavak közül adott kromatográfiai körülmények között kimutatható volt laurinsav, mirisztinsav, pentadekánsav, margarinsav, arachidinsav és behénsav, azonban ezek értéke 1% alatt maradt.

A telítetlen zsírsavak közül a linolsav, a  $\alpha$ -linolénsav és az olajsav volt jelen legnagyobb koncentrációban. A linolsav koncentrációja az eredeti magban 34,3% volt, ami a csíráztatás során 29,1%-ra csökkent. Az  $\alpha$ -linolénsav koncentrációja szintén csökkent a csíráztatás során: a kiindulási lucernamag 24,9% értékéről 15,8%-ra a csírában. Az olajsav mennyisége a csíráztatás során ugyancsak csökkent: 10,4%-ban volt a lucernamagban, 9,4%-ban a csírában. A telítetlen zsírsavak közül a mintákból kimutatható volt még palmitoleinsav,  $\gamma$ -linolénsav, eikozénsav, eikozadiénsav, eikozatriénsav, arachidonsav és dokozapentaénsav, azonban ezek értéke 1% alatt maradt.

#### 4. táblázat

A lucernamag és lucernacsíra zsírsav-összetétele

Zsírsav megnevezése (1)	Lucernamag (2)	Lucernacsíra 3. nap (3)	Lucernacsíra 7. nap (4)
	<b>Zsírsav-metilészter tömeg% (5)</b>		
Laurinsav 12:0	0,1	0,2	0,1
Mirisztinsav 14:0	0,5	0,4	0,6
Pentadekánsav 15:0	0,2	0,3	0,6
Palmitinsav 16:0	15,9	15,9	22,4
Palmitoleinsav 16:1	0,1	0,1	0,3
Margarinsav 17:0	0,1	0,2	0,3
Sztearinsav 18:0	3,2	2,9	4,4
Olajsav 18:1	10,4	9,1	9,8
Linolsav 18:2	34,3	34,7	29,1
Arachidinsav 20:0	0,7	0,8	1,0
$\gamma$ -linolénsav 18:3n6	0,2	0,2	0,2
Eikozénsav 20:1	0,3	0,2	0,3
$\alpha$ -linolénsav 18:3n3	24,9	24,9	15,8
Eikozadiénsav 20:2	0,1	<0,1	0,1
Behénsav 22:0	0,8	1,0	1,7
Eikozatriénsav 20:3n6	0,4	0,7	1,3
Eikozatriénsav 20:3n3	0,4	0,2	0,3
Arachidonsav 20:4n6	0,1	0,1	0,7
Dokozapentaénsav 22:5n3	0,9	1,2	1,6

Table 4. Fatty acid composition of alfalfa and alfalfa sprout

Naming of the fatty acid(1), Alfalfa(2), Alfalfa sprout 3 days(3), Alfalfa sprout 7 days(4), Relative percentage of fatty acid methyl esters(5)

A 5. táblázat a retekmag és retekcsíra zsírsav-összetételét tartalmazza.

## 5. táblázat

### A retekmag és retekcsíra zsírsav-összetétele

Zsírsav megnevezése (1)		Retekmag (2)	Retekcsíra 2. nap (3)	Retekcsíra 6. nap (4)
		Zsírsav-metilészter tömeg% (5)		
Laurinsav	12:0	<0,1	<0,1	<0,1
Mirisztinsav	14:0	0,1	0,1	0,1
Pentadekánsav	15:0	<0,1	<0,1	<0,1
Palmitinsav	16:0	8,2	6,5	8,0
Palmitoleinsav	16:1	0,2	0,2	0,2
Sztearinsav	18:0	3,2	2,7	3,0
Olajsav	18:1	35,1	27,4	34,6
Linolsav	18:2	15,5	12,6	15,9
Arachidinsav	20:0	2,0	1,6	2,0
$\gamma$ -linolénsav	18:3n6	0,1	0,1	0,1
Eikozénsav	20:1	14,8	11,5	15,1
$\alpha$ -linolénsav	18:3n3	13,6	11,3	14,0
Eikozadiénsav	20:2	0,6	0,5	0,7
Behénsav	22:0	1,9	1,4	1,9
Arachidonsav	20:4n6	0,1	<0,1	0,1
Dokozadiénsav	22:2	0,4	0,3	0,4
Lignocerinsav	24:0	1,2	0,9	1,2

Table 5. Fatty acid composition of radish and radish sprout

Naming of the fatty acid(1), Radish(2), Radish sprout 2 days(3), Radish sprout 6 days(4), Relative percentage of fatty acid methyl esters(5)

A retekcsírában a legnagyobb koncentrációban az olajsav, a linolsav, az eikozénsav, az  $\alpha$ -linolénsav és a palmitinsav volt jelen. A telített zsírsavak közül a palmitinsav koncentrációja a retekmagban 8,2% volt, a csíráztatás során a kétnapos retekcsírában értéke 6,5%-ra csökkent, a hatnapos retekcsírában viszont 8,0%-ra növekedett. A sztearinsav koncentrációja a kezdeti retekmagban lévő 3,2%-ról 2,7 és 3,0%-ra csökkent a retekcsírában. A telített zsírsavak közül még kimutatható laurinsav, mirisztinsav, pentadekánsav, arachidonsav, behénsav és lignocerinsav, azonban ezek koncentrációja 2% alatti volt.

A telítetlen zsírsavak közül az olajsav 35,1%-ban volt jelen a retekmagban, 27,4%-ban a két napos retekcsírában, 34,6%-ban a hatnapos retekcsírában. A linolsav koncentrációja a csíráztatás hatására a kezdeti 15,5%-ról 15,9%-ra nőtt hatnapos csírákban. Az eikozénsav koncentrációja szintén növekedett a csíráztatás hatására a retekcsíra esetén a kezdeti 14,8%-ról 15,1%-ra, az  $\alpha$ -linolénsav koncentrációja pedig 13,6%-ról 14,0%-ra növekedett a retekcsírában. A telítetlen zsírsavak közül adott kromatográfiai körülmények mellett a mintákból még kimutatható volt palmitoleinsav,



$\gamma$ -linolénsav, eikozadiénsav, arachidonsav, dokoziadiénsav, azonban ezek koncentrációja 0,5%-nál kisebb volt.

A 6. táblázat a napraforgómag és a napraforgómag-csíra zsírsav-összetételét tartalmazza.

## 6. táblázat

### A napraforgómag és napraforgómag-csíra zsírsav-összetétele

Zsírsav megnevezése (1)		Napraforgómag	Napraforgócsíra	Napraforgócsíra
		(2)	3. nap (3)	5. nap (4)
Zsírsav-metilészter tömeg% (5)				
Mirisztinsav	14:0	0,1	0,1	0,2
Pentadekánsav	15:0	<0,1	<0,1	<0,1
Palmitinsav	16:0	5,8	5,7	5,8
Palmitoleinsav	16:1	0,1	0,1	<0,1
Margarinsav	17:0	0,1	0,1	0,1
Sztearinsav	18:0	5,4	5,4	5,6
Olajsav	18:1	21,7	21,0	20,9
Linolsav	18:2	65,0	65,6	64,8
Arachidinsav	20:0	0,4	0,4	0,4
Eikozénsav	20:1	0,2	0,1	0,2
$\alpha$ -linolénsav	18:3n3	0,1	0,4	1,0
Behénsav	22:0	0,9	0,9	1,0
Arachidonsav	20:4n6	0,2	<0,1	<0,1
Lignocerin-sav	24:0	0,2	0,3	0,3

Table 6. Fatty acid composition of sunflower and sunflower sprout

Naming of the fatty acid(1), Sunflower(2), Sunflower sprout 3 days(3), Sunflower sprout 5 days(4), Relative percentage of fatty acid methyl esters(5)

A napraforgómag-csírában a telített zsírsavak közül a palmitinsav és sztearinsav van jelen legnagyobb koncentrációban. A palmitinsav koncentrációja a csíráztatás hatására alig változott: a magban értéke 5,8%, a háromnapos csírában 5,7%, míg az ötnapos csírában 5,8%. A sztearinsav értéke is csak nagyon kismértékben változott a csíráztatás során, a kezdeti napraforgómag 5,4% értéke ugyanannyi maradt a háromnapos csírában, az ötnapos csírában viszont 5,6%-ra nőtt. A telített zsírsavak közül a mintákból kimutatható volt még mirisztinsav, pentadekánsav, palmitinsav, margarinsav, sztearinsav, arachidinsav, behénsav, lignocerin-sav, azonban ezek koncentrációja elenyésző.

A napraforgómag-csírában a legnagyobb koncentrációban jelen lévő telítetlen zsírsav a linolsav, mely a kezdeti 65,0%-ról a harmadik napra 65,6%-ra nőtt, majd az ötödik napra 64,8%-ra csökkent. Az olajsav ugyancsak nagy koncentrációban van jelen; értéke a kezdeti 21,7%-ról 21,0%-ra csökkent a háromnapos csírában, és 20,9%-ra az ötnapos csírában. A telítetlen zsírsavak közül még kimutatható volt palmitoleinsav, eikozénsav,  $\alpha$ -linolénsav, arachidonsav, azonban ezek koncentrációja 1% alatti volt.

## EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A búza-, a lencse-, a napraforgó-, a lucerna, és a retekmag csírák zsírsav-összetételét elemezve megállapítottuk, hogy közel sem történnek olyan mélyreható változások a csíráztatás során, mint ahogy azt *Kim és mtsai.* (2004), valamint *Tokiko és Koji* (2006) megállapították. Szárazanyagra számolva a csíranövény nyerszsír-tartalma vagy nem változott, vagy csökkent a csírázási folyamat során.

A zsírsav-összetételt illetően a legnagyobb koncentrációban jelen lévő telített zsírsav, a palmitinsav koncentrációja a búza-, a lencse- és a lucernacsíra esetében nőtt, a retekcsíra esetében némileg csökkent, a napraforgócsíránál pedig gyakorlatilag nem változott a csíráztatás során. Hasonló változásról tudunk beszámolni a sztearinsav esetén is, illetve nem tudunk határozott választ adni arra, hogy a sztearinsav-tartalom hogyan változott meg a csíráztatás során. Legnagyobb valószínűséggel sem a sztearinsav-tartalom, sem a palmitinsav tartalom nem szenved lényeges változást a csírázás hatására.

Nagyon hasonló tendenciákat tudunk megfogalmazni a telítetlen zsírsavak esetében is. A búza, a lencse és a lucernacsíránál az olajsav mennyisége némileg csökkent, a retek- és napraforgócsíránál a csökkenés minimális. A linolsav növekedése csak a lencsecsíránál számottevő, míg az összes többi csíránál mennyisége gyakorlatilag változatlan marad a csíráztatási periódusban. A többi többszörösen telítetlen zsírsav olyan csekély koncentrációban fordul elő a csírákban, hogy a változások tendenciáját is nehéz nyomon követni.

Összességében tehát megállapítható, hogy a telített zsírsavak egy része minimális mértékben csökken, más részük változatlan marad, a telítetlen zsírsavak közül az olajsav gyakorlatilag alig változik, a linolsav mennyisége is csak a lencsecsíra esetében mutat számottevő növekedést. Vizsgálatainkból leszűrhetjük tehát azt a következtetést, hogy az általunk vizsgált csírák esetében a csíráztatási folyamat alig van hatással a csíranövény zsírsav-összetételére, ennek megfelelően a zsír biológiai értékére. Nem tudjuk megerősíteni azokat az irodalomban közölt eredményeket, miszerint a csíráztatás hatására jelentős mértékben csökkenne a telített, és jelentős mértékben nőne a többszörösen telítetlen esszenciális zsírsavak mennyisége.

## IRODALOM

- Clarke, J.D., Dashwood, R.H., Ho, E. (2008). Multi-targeted prevention of cancer by sulforaphane. *Cancer Letters*. 269. 2. 291-304.
- Gill, C., Haldar, S., Porter, S., Matthews, S., Sullivan, S., Coulter, J., McGlynn, H., Rowland, I.: The Effect of cruciferous and leguminous sprouts on genotoxicity, in vitro and in vivo. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*. 2004. 13. 7. 1199-1205.
- Kim, S.L., Kim, S.K., Park, C.H. (2004). Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Research International*. 37. 319-327.
- Lintschinger, J., Fuchs, N., Moser, H., Jager, R., Hlebeina, T., Markolion, G., Gössler, W. (1997). Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. *Plant Foods for Human Nutrition*. 50. 223-237.
- Sangronis, E., Machado, C.J. (2007). Influence of germination on the nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* and *Cajanus cajan*. *LWT*. 40. 116-120.
- Tokiko, M., Koji, Y. (2006). Proximate composition, fatty acid composition and free amino acid composition of sprouts. *Journal for the Integrated Study of Dietary Habits*. 16. 4. 369-375.

Urbano, G., Aranda, P., Vilchez, A., Aranda, C., Cabrera, L., Porres, J., Lopez-Jurado, M. (2005). Effects of germination on the composition and nutritive value of proteins in *Pisum Sativum L.* Food Chemistry. 93. 671-679.

Levelezési cím (*Corresponding authors*):

**Márton Melinda**

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Campus,  
Élelmiszer-tudományi Tanszék,

RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

*Sapientia Hungarian University of Transsylvania, Csíkszereda Campus,  
Department of Food Sciences,*

*RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.*

Tel.:40-266-317-121, Fax:40-266-314-657

e-mail: [martonmelinda@sapientia.siculorum.ro](mailto:martonmelinda@sapientia.siculorum.ro)