

GMO MENTES SZÓJABAB TÁPLÁLÓANYAG-TARTALMÁNAK ALAKULÁSA A FAJTA ÉS A TERMESZTÉSI TECHNOLOGIA FÜGGVÉNYÉBEN

FÉBEL HEDVIG - TÓTH MÁRK - TATÁRVÁRINÉ NAGY NIKOLETTA EDIT -
POPOVICS TAMÁS - HUSZÁR SZILVIA - MÉZES MIKLÓS

ÖSSZEFOGLALÁS

A hazánkban termelt szója kiemelt jelentőségét annak GMO mentessége adja, táplálóanyag-tartalmáról azonban nem rendelkezünk pontos információkkal. A szójabab táplálóanyag-tartalmát számos tényező (fajta, talajtípus, műtrágya-adagolás, klimatikus viszonyok, száraz, illetve csapadékos időjárás) befolyásolja. A vizsgálatokban a fajta és a termesztéstechnológia hatását tanulmányozták a szójabab táplálóanyag-tartalmára, aminosav- illetve zsírsav-összetételére. A termesztési kísérletekben három szójababfajtát (ES Advisor, ES Mediator, ES Mentor) három, különböző talajadottságú területen („A” helyszínen tavasszal 200 kg/ha pécisó; „B” helyszínen vetés előtt 150 kg/ha pécisó; „C” helyszínen nem adtak tápanyag-utánpótlást) termesztettek. A szója beltartalmi paramétereire, a fajtával összehasonlítva, az alkalmazott termesztéstechnológia markánsabb hatást gyakorolt. A legkisebb fehérjetartalmat a „C” helyszínen termesztett szójababban mérték. A termőhely szerint megfigyelt nyersfehérje-tartalom csökkenés az egyes aminosavak mennyiségében is megmutatkozott. A „C” területen termesztett szójababban mérték ugyanis a legkisebb lizintartalmat (20,5 g/kg szárazanyag (sza)) is. A vizsgált szójababminták nyerszsírtartalma az alkalmazott agrotechnika szerint 242-282 g/kg sza., a fajták szerint 256-264 g/kg sza. között változott. A nyerszsírtartalom mellett a zsírsavösszetétel is eltérő volt, de nemcsak az agrotechnika, hanem a fajta függvényében is. Az „A” termőhelyen termesztett szójababban szignifikánsan nagyobb linolsav arányt, illetve kisebb olajsav arányt (18,2%) találtak. A Mentor fajtában pedig a két másik vizsgált fajtaéhoz viszonyítva szignifikánsan nagyobb volt a palmitinsav valamint a sztearinsav %-os mennyisége. Az eredmények rávilágítanak a szójababminták táplálóanyag-tartalma folyamatos ellenőrzésének fontosságára. Az analitikai adatok segíthetik a pontosabb takarmányreceptúra elkészítését és az állatok táplálóanyag-igényét jobban megközelítő takarmányozást.

SUMMARY

Fébel, H. - Tóth, M. – Tatárvári Nagy, N. E. - Popovics, T. - Huszár, Sz. - Mézes, M: NUTRITIVE VALUE OF GMO FREE SOYBEAN AS AFFECTED BY CULTIVAR (VARIETY) AND TECHNOLOGY MANAGEMENT

Its GMO-free status gives the importance of soybean produced in Hungary, but accurate information about its nutritive value is missing. The nutrient content of soybeans is influenced by a number of factors (variety, soil type, fertilizer application, climatic conditions, dry and rainy weather). The effects of variety and cultivation technology on the nutrient content, amino acid and fatty acid composition of soybeans were studied. In the experiments, three soybean varieties (ES Advisor, ES Mediator, ES Mentor) were cultivated in three areas with different soil conditions (200 kg/acre of calcium ammonium nitrate in spring at site „A”; 150 kg/acre of calcium ammonium nitrate before sowing in site „B”; no nutrient supply at site „C”). Compared to the variety, the applied cultivation technology had a more pronounced effect on the nutritive value of soybeans. The lowest protein content was measured in soybean grown at site „C”. The decrease in crude protein content observed according to the cultivation area was also reflected in the amount of each amino acid. The lowest lysine content (20.5 g/kg dry matter) was also measured in soybeans grown in area „C”. The crude fat content of the tested soybean samples varied between 242-282 g/kg dry matter according to the applied agrotechnics, and 256-264 g/kg according to the varieties. In addition to the crude fat content, the fatty acid composition also varied, depending on the agrotechnics and the variety.

The significantly higher proportion of linoleic acid and the lowest oleic acid ratio (18.2%) were found in soybeans grown at site „A”. Mentor variety had a significantly higher proportion of palmitic acid and stearic acid compared to Advisor and Mediator. The results highlight the importance of continuous monitoring of the nutrient content of soybean samples. Analytical data can help make a more accurate feed formulation and achieve a feeding method that more precisely satisfy the animals' nutrient requirements.

BEVEZETÉS

A hüvelyes magvak a legfontosabb fehérjehordozók közé tartoznak a gazdasági állatok takarmányozásában. Nyersfehérje-tartalmuk jóval felülmúlja a gabonamagvakét, illetve aminosav-összetételük is kedvezőbb. A gazdasági állatok aminosav-igényével összehasonlítva a hüvelyesekben a fehérje lizinben gazdag, kén-tartalmú aminosavakban ugyanakkor szegény. Energiatartalmuk kiemelkedő, különösen a szójáé, elsősorban nagy olajtartalma miatt. A hüvelyesekhez tartozó növények felhasználásakor azonban figyelemmel kell lennünk arra, hogy olyan antinutritív anyagokat is tartalmaznak, amelyek csökkentik a táplálóanyagok lebontását, emésztését. A szójában a legjelentősebb antinutritív csoportot a proteáz inhibitorok alkotják. A tripszin és a kimotripszin inhibitorok a fehérje emészthetőségét rontják, amely azonban a szója hőkezelésével eliminálható. Tósztolással (110-120°C-on, 15-40 percig végzett nedves hőkezelés) hatására az inhibitorok inaktiválódnak. A hőkezelés emiatt elengedhetetlen a monogasztrikus állatok takarmányozásában (*Babinszky és Halas, 2019*).

A szója meghatározó alkotója gazdasági haszonállataink takarmányának. Ez annak köszönhető, hogy nagy a fehérjetartalma (30-40%), annak biológiai értéke is kiváló, továbbá olajtartalma sem elhanyagolható, 18-23%. Főként a baromfi és sertés, de a kérődzők takarmányában is gyakori komponens, hazai és világviszonylatban egyaránt. Az abrakfogyasztó állatok keveréktakarmányában akár 30%-os részarányban is szerepelhet. Hazánkban a monogasztrikus állatok takarmányozásában az extrahált szójadara a legfontosabb fehérjehordozó alapanyag, amelyből 2019-ben a KSH adatai szerint 433000 tonnát importáltunk (*Pásztor és Vadkerti-Tóth, 2020*).

Az import csökkentése érdekében meghirdették a termeléshez kötött támogatást (9/2015 (III.13.) FM rendelet) melynek hatására robbanásszerű ugrás következett be a szója vetésterületének nagyságában. Míg 2014-ben alig 40 ezer hektáron termesztettek szóját, addig 2015-ben már 72,5 ezer hektáron. Ezt azonban újabb visszaesés követte, így 2016-ban már csak 60 ezer hektáron termesztették, de 2017-ben már ismét 70 ezer hektár volt a szója vetésterülete. Hazánkban jelenleg körülbelül 300 ezer hektár termőterület lenne alkalmas szójatermesztésre. A támogatásokon kívül az is hozzájárult a nagy növekedéshez, hogy a szóját a zöldítési programban is elszámolható kultúrának minősítették, ez azonban 2018-tól már nem lehetséges. 2017-ben a hazai összes megtermelt szója mennyisége 150-170 ezer tonna volt. Sajnos a külföldi kereskedőktől kapott nagyobb felvásárlási árak miatt a GMO mentes szója 60-70%-a elhagyja az országot, így Magyarországon most is döntően genetikailag módosított szójadarát etetünk (*Ábrahám, 2019; [http_1](http://1)*). További problémát jelent, hogy a Brazíliából és Argentínából importált szója gyakran növényvédőszer-maradványokat, valamint jelentős mennyiségű mikotoxint (főleg aflatoxin) is tartalmaz (*Babinszky és Halas, 2019*).

A hazánkban termelt szója kiemelt jelentőségét annak GMO mentessége adja. A jelenleg termelt alapanyag minősége azonban még elmarad a külföldi szójababétól, amely nem csupán a nálunk biztonsággal beérő fajták genetikai sajátosságaiból, hanem az alkalmazott termesztéstechnológiai elemekből is adódik. Számos megfigyelés alapján ugyanis az időjárás nagyobb hatással van a szója terméshozamára, mint a fajta. Míg ugyanis a szója számára kedvezőtlenebb időjárású 2012. és 2013. években egyik fajta sem érte el a 3 t/ha termésmennyiséget, addig 2014-ben már mindegyik elérte, sőt meghaladta ezt. A különböző fajták termésmennyiségének átlaga egy adott évben maximum 30% eltérést mutatott, míg ugyanazon fajták terméshozama az egyes évek között akár 60%-kal is eltért ([http_2](#)).

A fajták nyersfehérje-tartalma is nagyon változó ([http_2](#)). 2014-ben például valamennyi fajta esetében elmaradt az előző években mért értékektől. Oka az lehet, hogy ebben az évben a termés mennyisége nagyobb volt, amelynek hatására viszont csökkent a nyersfehérje-tartalom. Ez az egy hektáron megtermelt összes fehérje mennyiségét ugyan csak kis mértékben befolyásolta, de a szójabab takarmányozási értékét már jelentős mértékben. Így például 2014-ben az egyes fajták hektáronkénti átlagos fehérjehozama 1213 kg volt, ami jelentősen meghaladta az előző évek 735 kg illetve 788 kg értékeit ([http_2](#)). Érdemes megemlíteni viszont, hogy a 2014. év kiemelkedően nagy szójahozama mellett egyúttal a legnagyobb olajtartalmat érték el. Ebben az évben az olajtermés átlagosan 732 kg/ha volt, ami 300-330 kg-mal haladta meg az előző évek átlagát.

A táplálóanyagokhoz (nyersfehérje, nyerszsír) hasonlóan, a szójabab aminosav-összetételét is számos faktor befolyásolja, így például a fajta, a topográfia, az időjárási tényezők, a termesztéstechnológia valamint a talaj minősége. Egy 2004-es brazil kutatás ([http_3](#)) eredményei szerint például a szójabab fehérje aminosav-összetétele, azon belül az esszenciális aminosavak aránya, az eltérő környezeti tényezők miatt államonként eltérő volt. Argentínában is végeztek hasonló kutatásokat, amelynek során 31, az ország más-más területéről származó, mintát vizsgáltak ([http_4](#)). A minták nyersfehérje-tartalma (eredeti anyagra vonatkoztatva) 31,69 és 49,14% között változott. Az esszenciális aminosavak aránya 12,83 és 19,02%, míg a nem esszenciális aminosavaké a 18,86 és 31,15% közötti tartományba esett.

A kutatók a nagy eltéréseket a környezeti hatásoknak tulajdonították, főképp az átlagos napi hőmérsékletnek, a napos órák számának, a csapadékmennyiségnek valamint a talajnak.

A fenti adatok jól mutatják, hogy a szója beltartalmi paramétereit számos tényező befolyásolja. A hazánkban termesztett GMO mentes szójafajták táplálóanyag-tartalmáról ugyanakkor nem rendelkezünk pontos információkkal. E kérdéskör tisztázásához a fajta és a termesztéstechnológia kapcsolatát tanulmányoztuk. A termesztési kísérletekben három szójababfajtát (ES Advisor, ES Mediator, ES Mentor) három különböző területen termesztettük, majd meghatároztuk a betakarított szójababminták táplálóanyag-tartalmát, aminosav- illetve zsírsav-összetételét. Az összehasonlító vizsgálatokban arra kerestük a választ, hogy miként változnak a különböző termőhelyeken termesztett szójafajták egyes beltartalmi értékei.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Termőhely, termesztéstechnológia

A vizsgálatot három különböző, eltérő termesztéstechnológiát alkalmazó termőhelyen végeztük 2018-ban. A termőhelyek mindegyike Közép-Magyarországon volt. Ebben a térségben zömében barna erdő-, dunai öntés-, réti és mészlepedékes csernozjom talajok találhatók. Az egyes termőhelyeket „A”, „B” és „C” betűkkel jelöltük, amelyeknél különbözőek voltak a talajadottságok, illetve eltérés volt a termesztéstechnológia tekintetében. Utóbbinál a legnagyobb eltérést a N-műtrágyázás jelentette. A termőhelyek jellemzői az alábbiak voltak:

„A” helyszín:

Gyenge humusztartalmú (1,8%), vályog fizikai talajféleségű (KA:38), savanyú (pH: 5,4) szántóföldi terület volt, amelynek jó volt a kálium-, de gyenge a foszfor- és nitrogén-ellátottsága. Tavasszal, vetés előtt 200 kg/ha pétisó műtrágyát alkalmaztak, melynek nitrogén-hatóanyag tartalma 54 kg/ha volt. A gyomirtást Basagran 480 SL készítménnyel végezték. A sortávolság 24 cm volt, mechanikus gyomirtást, illetve lombtrágyát nem alkalmaztak.

„B” helyszín:

Gyenge humusztartalmú (1,6%) agyagos- vályog fizikai talajféleségű (KA:45), savanyú (pH: 5,5), közepes kálium-, de gyenge foszfor- és nitrogén-ellátottságú talaj. Tavasszal a vetés előtt 150 kg/ha pétisót szórtak ki a területre, melynek nitrogén-hatóanyag tartalma 40,5 kg/ha volt. A sortávolság 24 cm volt, virágzáskor bór alapú lombtrágyát alkalmaztak a jobb hüvelykötés érdekében, a gyomirtást pedig Sencor + Dual Golddal végezték.

„C” helyszín:

Közepes humusztartalmú (2,4%) vályog fizikai talajféleségű (KA:39), enyhén lúgos (pH: 7,5), jó kálium- és foszfor-, illetve közepes nitrogén-ellátottságú talaj. Tápanyag-utánpótlás nem történt, mert az adatok alapján a talaj tápanyag szolgáltató képessége megfelelő volt a szójatermesztésnek. A gyomirtáshoz Pledge 50 WP + Dual Gold 960 EC keveréket alkalmaztak. Sorközművelést a 48 cm-es sortávolság ellenére nem végeztek, amely egyébként lehetővé tette volna a mechanikus gyomirtást.

Vizsgált szójababfajták

Három különböző GMO mentes szójafajtát vizsgáltunk, melyek az ES Mentor, ES Advisor és ES Mediator voltak. A Mentor egy fehér köldökű, igen magas termés- és beltartalmi potenciállal rendelkező fajta, amely a legtöbb hazai termőterületen jól alkalmazható. Az igen korai éréscsoport kiemelkedő fajtája. Az Advisor fekete köldökű, jó termésátlagot és beltartalmat biztosító fajta, amely meghálálja a minimum ráfordítást. A korai éréscsoport tagja. A Mediator szintén fekete köldökű, amelynek kiemelkedően nagy a terméshozama és beltartalma. Sokszor a fajtaleírásban megjelölt 5 t/ha, vagy afölötti, hozamot is eléri egy-egy jó évszázban. Nagy termésátlaga ellenére jó a fehérje- és olajtartalma. A közép-korai éréscsoportba tartozik rövid (130-135 nap) tenyészideje ellenére. A FAO 300-500-as körzetekben jól alkalmazható. Az egyes szójafajták főbb jellemzőit az alábbiakban összegezzük.

ES Mentor

A több mint 10 éve standardként alkalmazott Mentor fajta francia nemesítésű, arid klímát jól elviselő közép-termetű fajta, amely nagy fehérjetartalommal és jó termés-potenciállal (2,5-3,5 t/ha, de jó évjáratban 3,8-4,5 t/ha is lehet) rendelkezik. A nem túl kötött (KA: 30-38), jó víz- és tápanyag-gazdálkodású talajokat kedveli. Szerérzékenysége miatt gyomirtására nagy figyelmet kell fordítani ([http_5](#)).

ES Advisor

Az Advisor 2017-ben forgalomba hozott szójafajta kitűnő eredményekkel (nagy fehérjetartalom és termésátlag). Érésideje (130 nap) optimális a Közép-Magyarországi régióban. Szintén közép-termetű fajta, amely kedveli a jó víz- és tápanyag-gazdálkodású, nem túl kötött (KA: 30-38) talajokat, de aszálytűrő képessége miatt arid mikroklimán is sikerrel termesztethető ([http_6](#)).

ES Mediator

A Mediator besorolása alapján középérésű, de tenyészideje nem több 135 napnál, ezért az előző két fajtaival összehasonlítva jól látható, hogy alkalmas a Közép-Magyarországi régióban való alkalmazásra. Középmagas habitusával a dupla, illetve tripla gabona sortávolságon egyaránt kiválóan terem. Nagy termésátlaga (4-5 t/ha – jó évjáratban) és fehérjetartalma kiemeli a csoportjából. Mélyre hatoló gyökérzete a kötöttebb (KA: 38-44) talajokon is lehetővé teszi termesztését. Aszálytűrő képessége kiváló. A fajtavizsgálatok során kiemelkedő értéket mutatott pergési tulajdonsága, mert még a kései betakarítás (140-145 nap után) sem okoz gondot, a hüvelyek nem nyílnak ki és a magok nem peregnek. A magas alsóhüvely garantálja a minimális betakarítási veszteséget, mely a nagyobb termésátlagot biztosítja ([http_7](#)).

A mintavételezés módszere

A szójabab betakarítását minden termőterületen fajtánként végeztük. Az aratási terület fajtánként 1 hektár volt. A karókkal kijelölt területen az aratást követően a kombájn a pótkocsira ürítette a babot, amiből kétszer 1 kg mintát vettünk. A laborban a mintákat átszitáltuk és az így tisztított szójababból végeztük el a kémiai vizsgálatokat.

A kémiai vizsgálatok módszerei

A szójababminták szárazanyag-, nyershamu-, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, illetve NDF- és ADF- tartalmát az alábbi módszerekkel határoztuk meg:

- nedvességtartalom: 152/2009/EK rendelet
- nyershamutartalom: 152/2009/EK rendelet
- nyersfehérje-tartalom: 152/2009/EK rendelet
- nyerszsírtartalom: 152/2009/EK rendelet
- nyersrosttartalom: 152/2009/EK rendelet
- NDF- és ADF-tartalom: Magyar Takarmánykódex 1990. II. 8.2. fejezetében ismertetett módszerek.

A meghatározott értékekből számolt egyéb paraméter:

N-mentes kivonható anyag: szárazanyag – (nyershamu + nyersfehérje + nyerszsír + nyersrost)

A szójababminták zsírsav-összetételének meghatározásához a lipideket *Folch és mtsai* (1957) módszerével vontuk ki a mintákban. A lipidekben lévő zsírsavak metilésztereit bórtitrifluorid módszerrel (AOAC, 1990) képeztük. A zsírsavak metilésztereit GCMS készülékkel (Shimadzu Corporation, Tokio, Japán) analizáltuk.

Az aminosavak mennyiségét a 152/2009/EK III. F mellékletben leírtak szerint illetve a BBVM-38-A:2015 módszerrel határoztuk meg HPLC műszerrel.

Matematikai statisztikai módszerek

A kémiai elemzések eredményeit kéttényezős varianciaanalízissel vizsgáltuk SPSS 13.0. for Windows program (Chicago, SPSS Inc.) segítségével. A szignifikáns különbséget $p \leq 0,05\%$ érték jelentette.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az analitikai vizsgálatok eredménye előtt tájékoztatásul fontosnak tartjuk megadni milyen terméseredményt értek el az egyes szójafajták a különböző adottságú területeken. A termésátlag a tavaszi talaj-előkészítésnek és a tápanyag-utánpótlásnak megfelelően alakult (1. táblázat).

1. táblázat

Az egyes termőhelyen termesztett szója terméseredménye (t/ha)

Termőterület (2)	Szőjafajta (1)		
	ES Mentor	ES Advisor	ES Mediator
„A”	3,30	2,64	3,12
„B”	2,80	2,50	2,70
„C”	1,74	1,48	1,36

Table 1. Seed yield of soybean varieties harvested on different field

variety (1); cultivation area (2)

Az eredményekből látható, hogy azokon a területeken („A” és „B”), ahol pécisó-kiegészítést alkalmaztak, hektáronként több mint egy tonnával több termést takarítottak be. A vizsgált szójafajták közül a Mentor termésátlagja mindhárom termőterületen a legnagyobb volt. A Mediator az „A” és a „B” termőhelyen az Advisor-nál nagyobb terméseredményt ért el, a „C” termőhelyen viszont a Mediator termésátlagja volt a legkisebb (1,36 t/ha).

A nyers szójababminták beltartalmi paramétereinek az alkalmazott agrotechnika szerinti összehasonlítását a 2. táblázatban összegeztük.

Az egyes szójafajták termőterületek szerinti mérési eredményeinek átlagértékeit áttekintve jól látható, hogy a termesztéstechnológia markáns hatást gyakorolt a szója esetében legfontosabb értékmérő paraméterre, a nyersfehérje-tartalomra.

2. táblázat

A szójababfajták táplálóanyag-tartalmának változása termőhely szerint

Termőhely (1)		Szárazanyag (2)	Nyersfehérje (3)	Nyerszsír (4)	Nyersrost (5)	Nyershamu (6)	NDF (7)	ADF (8)	N-mentes kivonható anyag (9)
		g/kg	g/kg szárazanyag (10)						
"A" (n=6)	Átlag (11)	892 ^a	394 ^a	242 ^a	53 ^a	58 ^a	126	103	253 ^a
	±SD	9	19	6	2	2	7	5	13
	cv%	1	5	3	4	4	6	5	5
"B" (n=6)	Átlag (11)	900 ^a	355 ^a	256 ^a	60 ^{ab}	62 ^a	125	103	268 ^a
	±SD	3	16	9	4	3	3	1	5
	cv%	0	4	4	7	4	2	1	2
"C" (n=6)	Átlag (11)	910 ^b	308 ^b	282 ^b	65 ^b	67 ^b	134	107	278 ^b
	±SD	2	3	5	3	1	5	6	3
	cv%	0	1	2	5	1	4	6	1

^{a,b,c} Egy oszlopon belül eltérő betűvel jelölt átlagértékek szignifikánsan eltérnek $p \leq 0,05$ szinten

Table 2. Nutrient content of soybean harvested on different cultivation area

cultivation area (1); dry matter (2); crude protein (3); ether extract (4); crude fiber (5); ash (6); neutral detergent fiber (7); acid detergent fiber (8); N-free extract (9); g/kg dry matter (10); mean (11)

^{a,b,c} Values with different superscript within one column mean significant difference at $p \leq 0.05$

A táplálóanyag-tartalom értékeit az egyes minták eltérő nedvességtartalma miatt, az egységesítés érdekében, szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva adtuk meg. Az adataink más szerzők eredményeivel való összehasonlítását nehezítette, hogy csak ritkán tüntették fel pontosan, mire vonatkoztatták a közölt értékeket. A viszonyítási alap ugyanis lehet az eredeti anyag (légszáraz), illetve a szárazanyag tartalom egyaránt. Ez viszont nehezíti vagy pontatlanná teszi az abszolút értékek korrekt összehasonlítását, de nem gátolja a tendenciák és összefüggések elemzését.

Az „A” termőterületen betakarított szójabab nyersfehérje-tartalma szignifikánsan nagyobb volt, mint a „C” területen. A nyerszsírtartalom viszont az előbbivel ellentétes változást mutatott. N-pótlás hiányában, azaz a „C” területről betakarított szójababban mértük a legnagyobb (282 g/kg sza.), míg N-műtrágya alkalmazásakor az „A” területen, a legkisebb (242 g/kg sza.) nyerszsírtartalmat. A „B” termőterületről származó szójabab nyerszsírtartalma az „A” és a „C” minták közötti értéket mutatott (256 g nyerszsír/kg sza.), amely szignifikánsan kisebb volt, mint a „C” területen termesztett szójababban. A nyersrost-, nyershamu- valamint a N-mentes kivonható anyagtartalom az „A” területen termesztett szójababmintákban szignifikánsan kisebb volt, mint a „C” termőterületről betakarított szójababban. A „B” területen alkalmazott agrotechnika esetében az „A” és a „C” minták közötti értékeket mértünk. Az egyes rostfrakciók, az NDF illetve az ADF értékek közel azonosak voltak mindhárom termőterületről származó minta esetében.

A termesztési kísérlet célja volt az agrotechnika mellett az egyes szójafajták (ES Advisor, ES Mediator, ES Mentor) összehasonlítása is. Az egyes fajták mért táplálóanyag-tartalmát a 3. táblázatban közöljük.

3. táblázat

Eltérő termőterületen termesztett azonos szójababfajták táplálóanyag-tartalma

Szőjafajta (1)		Szárazanyag (2)	Nyersfehérje (3)	Nyerszsír (4)	Nyersrost (5)	Nyershamu (6)	NDF (7)	ADF (8)	N-mentes kivonható anyag (9)
		g/kg	g/kg szárazanyag (10)						
ES Advisor (n=6)	Átlag (11)	899	349	264	60	64	126	106	263
	$\pm SD$	16	43	21	5	3	9	6	14
	cv%	2	12	8	9	5	7	6	5
ES Mediator (n=6)	Átlag (11)	901	345	259	61	61	130	103	274
	$\pm SD$	7	34	15	7	6	6	5	6
	cv%	1	10	6	12	9	5	5	2
ES Mentor (n=6)	Átlag (11)	901	363	256	56	63	129	104	262
	$\pm SD$	6	54	26	7	5	3	4	17
	cv%	1	15	10	12	7	2	4	7

Table 3. Nutrient content of different soybean varieties cultivated in three different cultivation area

variety (1); dry matter (2); crude protein (3); ether extract (4); crude fiber (5); ash (6); neutral detergent fiber (7); acid detergent fiber (8); N-free extract (9); g/kg dry matter (10); mean (11)

Az egyes fajták esetében mért táplálóanyag-tartalom adatai a nagy szórásértékek miatt nem tértek el szignifikáns mértékben. Az adatokat elemezve kitűnik, hogy, jól-lehet nincs szignifikáns eltérés, de a legnagyobb fehérjetartalmat a Mentor fajtában mértük (363 g/kg szá.), a másik kettőben ennél kevesebbet, Advisor esetében 349, Mediator esetében pedig 345 g/kg szárazanyag. Fontos megemlíteni azt is, hogy a három eltérő termőterületről származó szójababminták nyersfehérje-tartalma az egyes fajták esetében széles tartományban változott. A Mentor fajtában 120 g, az Advisorban 84 g, a Mediatorban pedig 66 g eltérés figyelhető meg a legkisebb és legnagyobb nyersfehérje-értékek között (3. táblázat).

A nyerszsírtartalom a Mentor fajtában volt a legkisebb (256 g/kg szá.), amit a Mediator követett (259 g/kg szá.), és a legnagyobb zsírtartalmat (264 g/kg szá.) az Advisor fajtánál mértük. A nyersrosttartalom 56 és 61 g/kg szá. között változott, a legkisebb a Mentor, a legnagyobb viszont a Mediator fajta esetében volt. A nyershamutartalom a Mediator fajtában volt a legkisebb (61 g/kg szá.), míg a legnagyobb az Advisor-ban (64 g/kg szá.). Az NDF- illetve az ADF-tartalom nem mutatott jelentős eltérést az egyes fajták között. A N-mentes kivonható anyag mennyisége a Mediator fajtában volt a legnagyobb (274 g/kg szá.), szemben az Advisor és a Mentor fajták közel azonos értékével (263 illetve 262 g/kg szá.).

Mérési eredményeink szerint a szójababminták táplálóanyag-tartalmát döntően

az agrotechnika befolyásolta. A kísérletbe vont termesztési területek talajadottságukban valamint a területre kijuttatott műtrágyaadagban („A” helyszínen tavasszal, vetés előtt 200 kg/ha pétisó; „B” helyszínen vetés előtt 150 kg/ha pétisó; „C” helyszínen nem alkalmaztak tápanyag-utánpótlást) jelentősen különböztek. Az adott területre kijuttatott tápanyag-utánpótlás befolyásolta a szója növekedését és a termés kémiai összetételét. *Brandt és Molgaard* (2001) hagyományos és organikus termesztésből származó szója összehasonlításakor az utóbbiban betakarított szójababban mértek kisebb nyersfehérje-tartalmat, amelyet a szerzők a növény számára a talajban rendelkezésre álló kisebb tápanyagtartalommal magyaráztak. Egy másik kísérletben (*Balisteiro és mtsai*, 2013) viszont ellenkező eredményt kaptak, az organikus termesztésben a szójabab fehérjetartalma meghaladta a hagyományos művelését. A szerzők a termesztés körülményeit 1995 óta folyamatosan tanulmányozták, és méréseik a talaj jó tápanyag-ellátását igazolták az organikus termesztésben. Ez az eredmény is rámutat arra, hogy a talaj fizikai és kémiai paraméterei meghatározóak a szójabab fehérjetartalmát illetően. Az organikus termesztési technológia esetén a talaj mellett a gyomirtás is szerepet játszhat a szójabab fehérjetartalmának alakulásában. Organikus termesztésben ugyanis a gyomosodás is befolyásolhatja a szója növekedését. A gyom és a gazdanövény közötti kompetíció ugyanis csökkenti a fotoszintézis hatékonyságát, ezáltal negatív hatást gyakorol a szójanövény primer anyagforgalmára.

A világpiacon számos szójafajtával kereskednek, amelyek különböző táplálóanyag-tartalmúak. A glifozát-toleráns szójabab a könnyebb gyomirtás miatt az egyik legfontosabb transzgénikus szója (*Taylor és mtsai*, 1999), amelyet külföldön elterjedten termesztene. Egy Kínában végzett összehasonlító elemzés (*Jiao és mtsai*, 2012) szerint a genetikailag módosított szójabab nyersfehérje-tartalma 430 g/kg volt, ami 9-40%-kal múlta fölül a hagyományos kínai szójafajták fehérjetartalmát (312 - 395 g/kg).

A kísérletünkben vizsgált szójababminták nyerszsírtartalma az alkalmazott agrotechnikától függően 242-282 g/kg szá., a fajták szerint pedig 256-264 g/kg szárazanyag között változott. Pakisztáni kutatók (*Anwar és mtsai*, 2016) ennél kisebb zsírtartalmat (174-213 g) mértek három országukban termesztett fajtában (*Bovender, Foster, F-8827*). Más szerzők (*Maestri és mtsai*, 1998) 198-267 g/kg közötti zsírtartalmat mértek különböző genotípusokban.

A nyerszsír- illetve a nyersfehérje-tartalom változása a szójababmintákban saját vizsgálati eredményeinkhez hasonló volt *Anwar és mtsai* (2016) kísérletében is. Hivatkozott szerzők is a nagy zsírtartalmú szójababmintákban mérték a legkisebb nyersfehérje-tartalmat. Az ellentétes irányú változás azt jelzi, hogy a szójabab fehérje- és zsírtartalma negatív korrelációban áll egymással.

Egy átfogó amerikai elemzés (*Assefa és mtsai*, 2018) szerint az USA 14 államában 2012-2016 közötti időszakban termesztett szójababminták nyersfehérje-tartalma 266 - 405 g/kg között változott, annak átlagértéke 345 g/kg volt. Az értékek nagy része (70%) az átlagtól mindössze 24 g/kg-mal tért el pozitív, illetve negatív irányba. A nyerszsírtartalom 157 - 232 g/kg között alakult, annak átlagértéke 189 g/kg volt, az átlagtól való eltérés mértéke pedig $\pm 8,4$ g/kg. Az általunk vizsgált szójabab minták nyersfehérje-tartalma jó egyezőséget mutat a fenti értékekkel, ugyanakkor az általunk vizsgált minták nyerszsírtartalma jóval nagyobb volt az amerikai értékeknél.

Az agrotechnika tekintetében a „C” területen termesztett szójabab nyersrost-, illetve nyershamutartalma szignifikánsan nagyobb volt az „A” területhez viszonyítva. A fajták között viszont nem találtunk szignifikáns eltérést ennél a két paraméternél. A szójababmintákban a nyersrosttartalom 53-65 g/kg szárazanyag, illetve 56-61 g/kg szárazanyag értékek között alakult a termőterületek (2. táblázat), illetve a fajták (3. táblázat) összehasonlításakor. A nyershamu adatok szűkebb tartományban változtak: 58-67 g/kg szárazanyag (2. táblázat), illetve 61-64 g/kg szárazanyag (3. táblázat) közötti értékeket mértünk a termőhelyek, illetve a fajták vonatkozásában. Egyes vizsgálatokban (Anwar és mtsai, 2016) hasonló értéktartományról (nyersrost 66-76; nyershamu 55-69 g/kg) számoltak be, míg Karr-Lilienthal és mtsai (2005) 6% nyersrostot és 27% N-mentes kivonható anyagtartalmat mértek. Ezek az adatok jó egyezőséget mutatnak mérési eredményeinkkel.

A szójabab táplálóanyag-tartalmát befolyásoló tényezőket (fajta, talajtípus, műtrágya-adagolás, klimatikus viszonyok, száraz, illetve csapadékos időjárás) behatóan tanulmányozták már a 80-as években. Mieth és mtsai (1988) megállapították, hogy az egyes táplálóanyagok mennyisége jelentős eltérést mutat (nyersfehérje 29,0 - 42,2%, cv 34,8%; nyerszsír 12,9 - 16,1% cv 4,4%; nyersrost 4,2 - 5,2% cv 4,6%; N-mentes kivonható anyag 20,0 - 29,3% cv 25,1%). Az előbbi adatok közül a nyersfehérje-tartalom értékei közötti nagy különbség (variációs koefficiens: cv: 34,8%) azt jelzi, hogy a szójatermesztés körülményei, illetve az egyes fajták egyaránt jelentős hatást gyakorolnak erre a mutatóra.

A szójabab alapvetően olajipari növény, jóllehet fehérjetartalma nagyobb a babban lévő zsír mennyiségénél. Fehérjetartalma viszont lényegesen meghaladja más növényi fehérjeforrások (pl. bab, borsó) értékét. Emiatt egységnyi mennyiségű fehérje előállításához, kisebb karbon lábnyom mellett, kevesebb termőterület is szükséges, mintha ugyanazt a fehérjemennyiséget állati vagy egyéb növényi forrásból állítanánk elő (Tessari és mtsai, 2016). A szójatermesztés gazdasági előnyeinek megtartása érdekében folyamatosan vizsgálni szükséges a genetika és a környezet közötti interakciókat, mivel ez döntő hatást gyakorol a szójabab összetételére (Medic és mtsai, 2014).

Ezt az összefüggést amerikai szójatermesztők és nemesítők már régen felismerték. Az Egyesült Államokban, az ország rendkívül nagy területe miatt, eltérő környezeti feltételek között lehet szóját termesztani. Ez indokolta, hogy a tenyésztő szerint övezeteket alakítottak ki és a növénynemesítők pedig ehhez optimális növekedésű szójafajtákat nemesítettek. A szója genetikai változatait északi (0-IV. övezet) vagy déli (V-VIII. övezet) területen optimális növekedést mutató csoportokba sorolták. Az eltérő környezet és a genotípusok közötti különbségek miatt a délivel összehasonlítva az északi zónákban termesztett szójababnak kisebb a nyersfehérje-, de nagyobb a nyerszsírtartalma (Karr-Lilienthal és mtsai, 2005). Ennek hátterében az a megfigyelés állhat, hogy 28°C fölött a szójabab fehérjetartalma egyenes arányban nő a hőmérséklet emelkedésével. A napi hőmérséklet 30°C-ról 33°C-ra történő emelkedésekor a fehérjetartalom markáns, 34%-ról 42%-ra való, növekedését írták le (Wolf és mtsai, 1982). Westgate és mtsai (1995) azt igazolták, hogy a hőmérséklet közvetlen hatást gyakorol a növény szacharóz hasznosítására. Nagyobb hőmérsékleten a szacharóz szénatomja fehérjemolekulába épül be, míg ha alacsonyabb a hőmérséklet, akkor a magban található olajba.

Az egyes aminosavak mennyisége is tükrözte a nyersfehérje-tartalomban talált

Az esszenciális aminosavak mennyiségének változása a szójababban termőhely, illetve a fajta szerint (átlag ± szórás, (cv%))

Aminosav (1)	Termőhely (2)			Fajta (3)		
	"A" (n=6)	"B" (n=6)	"C" (n=6)	ES Advisor (n=6)	ES Mediator (n=6)	ES Mentor (n=6)
	g/kg szárazanyag (4)					
Arginin	28,8 ^a ± 1,4 (4,8)	24,8 ^b ± 1,8 (7,7)	20,2 ^c ± 0,8 (4,2)	24,8 ± 3,7 (14,9)	23,6 ± 3,8 (16,2)	25,5 ± 5,5 (21,6)
Fenilalanin	20,3 ^a ± 0,8 (3,8)	18,8 ^a ± 0,8 (4,2)	15,4 ^b ± 0,7 (4,5)	18,0 ± 2,1 (11,7)	17,7 ± 2,7 (15,2)	18,9 ± 2,7 (14,5)
Glicin	17,3 ^a ± 0,8 (4,8)	15,6 ^a ± 0,7 (4,3)	13,6 ^b ± 0,3 (2,3)	15,5 ± 1,7 (11,3)	15,0 ± 1,6 (10,4)	16,0 ± 2,3 (14,2)
Hisztidin	11,0 ^a ± 0,6 (5,3)	10,1 ± 0,5 (5,3)	9,0 ^b ± 0,4 (4,5)	10,1 ± 1,0 (10,3)	9,7 ± 1,0 (9,8)	10,5 ± 1,1 (10,8)
Izoleucin	19,1 ^a ± 0,8 (4,2)	17,7 ^a ± 0,7 (4,2)	14,5 ^b ± 1,0 (6,7)	17,1 ± 1,9 (11,3)	16,3 ± 2,6 (15,9)	17,9 ± 2,4 (13,6)
Leucin	32,1 ^a ± 1,7 (5,3)	28,8 ^a ± 1,4 (4,9)	24,0 ^b ± 1,6 (6,8)	28,3 ± 3,5 (12,3)	26,9 ± 4,3 (16,0)	29,7 ± 4,6 (15,5)
Lizin	26,0 ^a ± 0,6 (2,2)	24,2 ^b ± 1,0 (4,0)	20,5 ^c ± 1,0 (4,9)	23,6 ± 2,8 (12,0)	22,9 ± 3,2 (13,9)	24,2 ± 2,6 (10,7)
Metionin	6,4 ^{ab} ± 0,5 (7,0)	6,4 ^a ± 0,1 (2,2)	5,8 ^b ± 0,3 (5,6)	6,4 ± 0,3 (4,5)	5,9 ± 0,4 (7,2)	6,3 ± 0,5 (8,3)
Prolin	19,9 ^a ± 1,9 (9,5)	19,3 ^a ± 1,4 (7,3)	15,5 ^b ± 0,4 (2,4)	19,5 ± 3,2 (16,6)	17,3 ± 1,8 (10,5)	17,9 ± 2,3 (13,1)
Teonin	15,2 ^a ± 1,1 (7,5)	13,9 ^{ab} ± 1,2 (9,0)	12,2 ^b ± 0,5 (3,8)	14,0 ± 2,0 (14,3)	13,1 ± 1,2 (9,0)	14,3 ± 1,8 (12,5)
Triptofán	5,2 ^a ± 0,2 (4,4)	4,7 ^a ± 0,3 (5,8)	4,2 ^b ± 0,2 (4,4)	4,8 ± 0,5 (10,0)	4,6 ± 0,3 (7,0)	4,8 ± 0,7 (15,1)
Valin	19,5 ^a ± 0,7 (3,4)	17,8 ^b ± 0,7 (4,0)	15,3 ^c ± 0,4 (2,7)	17,5 ± 1,9 (11,1)	17,1 ± 2,0 (11,9)	18,1 ± 2,4 (13,4)

^{a,b,c}Egy soron belül eltérő betűvel jelölt átlagértékek szignifikánsan eltérnek p≤0,05 szinten

Table 4. Essential amino acid content of soybeans according to variety and cultivation area

amino acid (1); cultivation area (2); variety (3); g/kg dry matter (4)

^{a,b,c}Values with different superscript within one row mean significant difference at p≤0,05

változásokat (4. táblázat), ezért a termőhely szerint megfigyelt nyersfehérje-tartalom csökkenés az egyes aminosavak mennyiségében is megmutatkozott.

A legnagyobb különbség az „A” és a „C” termőhely között volt. Az aminosavak közül a minták lizintartalma érdemel különös figyelmet, mivel a monogasztrikus állatok aminosav-szükségletét tekintve a lizin elsődleges limitáló aminosav. Az „A” területen termesztett szójababban szignifikánsan nagyobb lizintartalmat (26,1 g/kg sza.) mértünk, mint a „B” (24,2 g/kg sza.) és a „C” területen (20,5 g/kg sza.).

Az egyes aminosavak csökkenésének mértékében jelentős és szignifikáns különbséget találtunk. A „C” termőhelyen termesztett szójababban, fajtától függetlenül, az arginin mennyisége 30%-kal, a leuciné 25,2%-kal, a fenilalanin illetve az izoleucin mennyisége pedig 24%-kal volt kisebb. A termőhely legkevesbé a metionin mennyiségét befolyásolta, mindössze 9% különbséget találtunk. A „C” termőhelyen termesztett szójabab metionintartalma viszont szignifikánsan kisebb volt a „B”-hez viszonyítva.

Az egyes szójafajták aminosav-tartalma azonban nem tért el szignifikáns mértékben. Az elsődlegesen limitáló aminosav, a lizin, mennyisége a Mentorban 24,2; az Advisorban 23,6, a Mediatorban pedig 22,9 g/kg sza. volt.

Jóllehet az egyes szójafajták aminosav-tartalmának átlagértékei hasonlóak voltak, de mennyiségüket a termesztés körülményei különböző mértékben befolyásolták. Ha áttekintjük a 4. táblázatban az egyes fajtáknál a cv% értékeket kitűnik, hogy az aminosav-tartalom különböző mértékben változott. Az átlagértékek %-os eltéréseinek mértéke (cv%) az Advisor fajta esetében két aminosavnál, a Mediator esetében 4 aminosavnál, a Mentor fajtánál pedig 6 aminosavnál volt a legnagyobb. Ez azt jelzi, hogy a Mentor a másik két fajtahoz viszonyítva, érzékenyebben reagál a termesztéstechnológia változásaira, főképp a nem megfelelő tápanyagellátásra. Ez összefüggésben állhat azzal is, hogy ennek a fajtának volt a legnagyobb a hektáronként hozama.

Vizsgálatainkban a kis mintaszám nem nyújtott lehetőséget részletes korrelációs számítások elvégzésére, de érdemes megemlíteni, hogy korábbi vizsgálatokban szoros kapcsolatot állapítottak meg az egyes aminosavak mennyisége között. Az izoleucin és a valin között szoros korrelációt ($r=0,93$) találtak Assefa és mtsai (2018). Az arginin, a leucin, a lizin, a triptofán és a treonin között pedig $0,71 < r < 0,88$ kapcsolatot igazoltak, amit az arginin, lizin és metionin $0,66 < r < 0,88$ közötti érték követett. Az egyes aminosavak mennyisége között meglévő szignifikáns és pozitív korrelációt figyelembe kell venni a szója nemesítése során is, mert egy kiválasztott aminosavra történő szelekció (pl. lizintartalom növelése) más aminosav növekedésével is együtt jár.

A szója hozama és a bab aminosav-tartalma között nagyon laza kapcsolatot találtak (Assefa és mtsai, 2018). Az arginin, a cisztein, a leucin, a lizin és a treonin laza, negatív korrelációban áll a hozammal ($-0,01 > r > -0,17$). Az izoleucin, a metionin, a triptofán és a valin ugyancsak laza, de pozitív korrelációt mutat a termés mennyiséggel ($0,03 < r < 0,09$).

Mindhárom fajtában a lipidekben a linolsav volt a meghatározó zsírsav, amely több mint 50%-ban volt jelen (5. táblázat).

Vizsgálatunk eredményei alapján a termőhely jelentős hatást gyakorolt a szójaolaj egyszeresen és többszörösen telítetlen zsírsavainak %-os arányára. A növények megfelelő tápanyag-ellátásakor („A” és „B” termőhely) szignifikánsan nagyobb

**A fontosabb zsírsavak %-os aránya a szójababban termőhelye illetve a fajta szerint
(átlag ± szórást, (cv%))**

Zsírsav (1)	Termőhely (2)			Fajta (3)		
	"A" (n=6)	"B" (n=6)	"C" (n=6)	ES Advisor (n=6)	ES Mediator (n=6)	ES Mentor (n=6)
	%					
Palmitinsav C16:0 (4)	12,7 ± 1,1 (8,3)	13,4 ± 1,0 (7,8)	12,2 ± 0,9 (7,6)	12,1 ^a ± 0,5 (4,3)	12,3 ^a ± 0,7 (5,3)	13,9 ^b ± 0,7 (4,8)
Sztearinsav C18:0 (5)	5,2 ± 0,4 (7,5)	5,7 ± 0,3 (5,9)	5,5 ± 0,4 (7,0)	5,0 ^a ± 0,3 (5,7)	5,6 ^{ab} ± 0,2 (4,0)	5,7 ^b ± 0,3 (5,0)
Olajsav (6) C18:1n-9c	18,2 ^a ± 1,5 (8,5)	18,7 ^a ± 1,6 (8,6)	23,0 ^b ± 1,5 (6,3)	21,6 ± 2,4 (11,3)	19,7 ± 2,9 (14,8)	18,6 ± 2,5 (13,7)
Linolsav (7) C18:2n-6c	54,9 ^a ± 0,7 (1,3)	53,5 ^a ± 1,0 (1,8)	51,4 ^b ± 0,9 (1,8)	52,3 ± 1,9 (3,6)	53,9 ± 1,6 (3,0)	53,6 ± 1,8 (3,4)
α-Linolén-sav C18:3n-3 (8)	7,7 ± 0,5 (7,0)	7,4 ± 0,5 (7,0)	6,6 ± 0,5 (7,6)	7,7 ± 0,5 (6,3)	7,3 ± 0,7 (9,5)	6,7 ± 0,5 (6,9)
Telített zsírsavak (9)	17,9 ± 1,4 (7,6)	19,1 ± 1,3 (6,9)	17,6 ± 1,3 (7,2)	17,1 ^a ± 0,7 (4,3)	17,9 ^a ± 0,8 (4,6)	19,7 ^b ± 0,8 (3,9)
Többszörösen telítetlen zsírsavak (10)	62,6 ^a ± 0,5 (0,8)	61,0 ^a ± 0,7 (1,2)	58,0 ^a ± 0,6 (1,0)	60,0 ± 2,4 (4,0)	61,2 ± 2,3 (3,8)	60,3 ± 2,3 (3,8)

^{a,b,c}Egy soron belül eltérő betűvel jelölt átlagértékek szignifikánsan eltérnek p≤0,05 szinten

Table 5. Percentage of the main fatty acids in soybean according to variety and cultivation area

fatty acid (1); cultivation area (2); variety (3); palmitic acid (4); stearic acid (5); oleic acid (6); linoleic acid (7); α-linolenic acid (8); saturated fatty acids (9); polyunsaturated fatty acids (10)

^{a,b,c}Values with different superscript within one row mean significant difference at p≤0,05

volt a linolsav valamint a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya, ugyanakkor kisebb az olajsavé. Ez azt jelentette, hogy az „A” termőhelyen termesztett szójában találtak a legnagyobb linolsav (54,9%), illetve a legkisebb olajsav arányt (18,2%). A „C” termőterületen a linolsav aránya 51,4%, az olajsavé pedig 23% volt. A termőterület szerint nem volt szignifikáns eltérés a palmitinsav, a sztearinsav illetve az α -linolénsav %-os mennyiségében. A szójababfajták zsírsav-összetételét tekintve kitűnik, hogy kizárólag a telített zsírsavak aránya változott. A Mentor fajtában például szignifikánsan nagyobb volt a palmitinsav illetve a sztearinsav %-os mennyisége a két másik vizsgált fajtához viszonyítva.

Az általunk vizsgált szójababminták zsírsav-összetétele jó egyezőséget mutat *Anwar és mtsai* (2016) eredményeivel. Idézett szerzők 11,0-13,5% palmitinsavat, 3,0-4,9% sztearinsavat, 22,6-24,0% olajsavat, 49,0-53,0% linolsavat, illetve 6,5-8,0% α -linolénsavat mértek. Egy másik vizsgálatban *Al-Kahtani* (1989) 9,2-12,5% palmitinsavat, 4,3-5,2% sztearinsavat, 22,6-24,0% olajsavat, 47,8-58,0% linolsavat és 4,7-6,3% α -linolénsavat talált. Az egyes zsírsavak összes zsírsavon belüli arányának abszolút értékei ugyan nem teljesen azonosak, de saját mérési adatainkhoz hasonlóan a telítetlen zsírsavak aránya elérte, illetve meghaladta a 80%-ot.

Érdekes összefüggést állapítottunk meg az eltérő agrotechnikával művelt területeken betakarított szójababok nyerszsírtartalma és a fontosabb zsírsavak %-os aránya között (2. és 5. táblázat). Azt találtuk, hogy fajtától függetlenül a szója nyerszsírtartalmának csökkenésével párhuzamosan növekszik a linolsav aránya. A „C” területen termesztett szójában mértük a legnagyobb nyerszsírtartalmat és ezekben a mintákban volt a legkisebb a linolsav aránya, 51,4%. Ugyanakkor a „B” termőterületen a linolsav aránya 53,5%, az „A” termőterületen pedig, ahol a nyerszsírtartalom a legkisebb volt, a linolsav a legnagyobb arányban volt jelen, 54,9%. Humán táplálkozás-élettani szempontból fontos n-3 zsírsav, az α -linolénsav, %-os aránya a linolsavval megegyező változást mutatott. Az egyes termőterületeken termesztett szója értékeit összehasonlítva: „C” 6,6%; „B” 7,4%, illetve „A” 7,7%. A zsírsavak közül a második meghatározó komponens, az olajsav, ugyanakkor a nyerszsírtartalommal azonos módon változott az egyes termőterületeken termesztett szójában: „C” 23,0%, „B” 18,7%, illetve „A” 18,2%, azaz a „C” területről származó szójababban mértük a legnagyobb zsírtartalmat és olajsav arányt. Az egyes zsírsavak arányának változása módosíthatja a takarmány zsírsav-összetételét, ezáltal egyes élelmiszer-alapanyagokban (pl. hús, tojás) megjelenő zsírsavak arányát is. Ez utóbbinak pedig komoly humán egészségügyi vetülete is lehet.

A full-fat szója vagy a szójaolaj használatát ugyanakkor az állatok vágása előtt néhány héttel a takarmányadagban mellőzni kell. Jóllehet a sertéstakarmányozásban az egyre nagyobb arányú melléktermék használatnak köszönhetően ez egyre kevésbé jelenthet problémát, de hízóállatokban a szójaolaj nagy többszörösen telítetlen zsírsav arányára feltétlenül tekintettel kell lenni. A linolsav illetve az α -linolénsav a zsírszövet lipidjeibe épülve növeli a jódszámot, azaz nő a termékben lévő zsírok telítetlensége. Ez viszont csökkenti az élelmiszer-alapanyag eltarthatóságát, az ún. oxidatív stabilitását, mivel a nagy telítetlen zsírsavtartalom miatt lipidperoxidációs folyamatok indukálódhatnak.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Vizsgálati eredményeinket összegezve megállapítható, hogy a hazánkban termesztett GMO mentes szója beltartalmi paramétereit a fajta és a termőhely egyaránt jelentősen befolyásolja. A tényezők közül az utóbbi a meghatározó. Különösen a nyersfehérje-tartalom, illetve egyes esszenciális aminosavak mennyiségében találtunk lényeges eltéréseket. Ez viszont rávilágít arra, hogy a szójababminták fehérje- illetve aminosav-tartalmát folyamatosan ellenőrizni szükséges. Az analitikai adatok segíthetik a pontosabb takarmányreceptúra elkészítését, ennek révén pedig az állatok táplálóanyag-igényét fedezni képes takarmányadag összeállítás. Ezzel elkerülhető, hogy a mennyiségileg és/vagy minőségileg hiányos fehérjeellátás negatívan befolyásolja a termelést. Az állatok szükségletét meghaladó mennyiségű fehérje etetése viszont ilyen módon ugyancsak kiküszöbölhető. A gazdasági (a fehérje a takarmányadag egyik legdrágább komponense) előnyön túlmenően a fehérjetöbblet nemcsak az állatok anyagforgalmát terheli (felesleges N-t karbamid, vagy baromfi esetében húgysav formájában ki kell választani), hanem környezetvédelmi szempontból is elkerülendő.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kísérleteket a VEKOP-2.1.1-15-2016-00177 valamint a TKP2020-NKA-24 pályázat támogatta.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ábrahám, É. B. (2019): A szójafajták megválasztásának tényezői. MezőHír, január
- Association of Official Analytical Chemists (1990): Official Methods of Analysis. 15th kiadás. Arlington, Virginia USA, 963-965.
- Al-Kahtani, H. (1989): Quality of soybean and their crude oils in Saudi Arabia. J. Am. Oil Chem. Soc., 66. 109-113.
- Anwar, F. - Kamal, G. M. - Nadeem, F. - Shabir, G. (2016): Variations of quality characteristics among oils of different soybean varieties. J. King Saud Univ. Sci., 28. 332-338.
- Assefa, Y. - Bajjalieh, N. - Archontoulis, S. - Casteel, S. - Davidson, D. - Kovács, P. - Naeve, S. - Ciampitti, I. A. (2018): Spatial characterization of soybean yield and quality (amino acids, oil, and protein) for United States. Sci. Rep., 8. 14653.
- Babinszky, L. - Halas, V. (szerk.) (2019): Innovatív takarmányozás. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Balisteiro, D. M. - Rombaldi, C. V. - Genovese, M. I. (2013): Protein, isoflavones, trypsin inhibitory and *in vitro* antioxidant capacities: Comparison among conventionally and organically grown soybeans. Food Res. Int., 51. 8-14.
- Brandt, K. - Mølgård, J. P. (2001): Organic agriculture: Does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? J. Sci. Food Agric., 81. 924-931.
- Euralis (2019): Tavaszi vetőmagajánlat
- Folch, J. - Lees, M. - Sloane-Stanley, G. H. (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226. 497-509.
- Jiao, Z. - Si, X. - Zhang, Z. - Li, G. - Cai, Z. (2012): Compositional study of different soybean (*Glycine max*. L.) varieties by ¹H NMR spectroscopy, chromatographic techniques. Food Chem., 135. 285-291.
- Karr-Lilienthal, L. K. - Grieshop, C. M. - Spears, J. K. - Fahey Jr., G. C. (2005): Amino acid, carbohydrate, and fat composition of soybean meals prepared at 55 commercial U.S. soybean processing plants. J. Agric. Food Chem., 53. 2146-2150.

- Maestri, D. M., Labuckas, D. O., Guzman, C. A. - Giorda, L. M.* (1998): Correlation between seed size, protein and oil contents and fatty acid composition in soybean genotypes. *Grasas Aceites*, 49. 450-453.
- Medic, J. - Atkinson, C. - Hurburgh, C. R.* (2014): Current knowledge in soybean composition. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 91. 363-384.
- Mieth, G. - Krause, G. W. - Erhardt, V. - Marzilger, K.* (1988): Zum Einfluss genetischer Merkmale und umweltspezifischer Faktoren auf die Zusammensetzung von Sojabohnen. *Die Nahrung*, 32. 911-921.
- Pásztor, Zs. - Vadkerti-Tóth, N.* (2020): Agrárpiaci jelentések. Gabona és Ipari Növények, XXIII. (4.), 1-24.
- Taylor, N. B. - Fuchs, R. L. - MacDonald, J. - Shariff, A. R. - Padgett, S. R.* (1999): Compositional analysis of glyphosate-tolerant soybeans treated with glyphosate. *J. Agric. Food Chem.*, 47. 4469-4473.
- Tessari, P. - Lante, A. - Mosca, G.* (2016): Essential amino acids: master regulators of nutrition and environmental footprint? *Sci. Rep.*, 6. 26074.
- Wolf, R. B. - Cavins, J. F. - Leiman, R. - Black, L. T.* (1982): Effect of temperature on soybean seed constituents: Oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids, and sugars. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 59. 230-232.
- Westgate, M. E. - Orf, J. - Schussler, J. R. - Shumway, C.* (1995): Temperature regulation of seed composition in soybeans. *Inform*, 6. 498.
- (http_1) <https://www.agrarszektor.hu/agrarpenzek/feherjeprogram-6-eszszeru-lepes-8-milliard-forint-elkoltesere.10484.html>
- (http_2) <https://www.agroinform.hu/szantofold/szoja-24712>
- (http_3) http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2006000200006&fbclid=IwAR0xLFLQla8-HT2tV3mEQzKA3-XLy4mfV9kFmxq4s-rKToauEVRfmPmCXn5U
- (http_4) http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001200001&fbclid=IwAR0k69moxD1EX94AL_TXOBpuzL0ED2H9Y2-ElZjcQyaXH1-WL_f2zVuKxRQ
- (http_5) <http://www.euralis.hu/termekeink/szoja/item/89-es-mentor>
- (http_6) <http://www.euralis.hu/termekeink/szoja/item/115-es-advisor>
- (http_7) <http://www.euralis.hu/termekeink/szoja/item/95-es-mediator>

Érkezett: 2021. február

Szerzők címe: Fébel H. - Tóth M. - Huszár Sz. – Mézes M.
Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem
Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
hullarne.febel.hedvig@uni-mate.hu

Tatárváriné Nagy N. E.
Debreceni Egyetem
Kerpely Kálmán Növénytermesztési- és Kertészeti tudományok Doktori Iskola
University of Debrecen
Kálmán Kerpely Doctoral School of Crop Sciences and Horticulture
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

Popovics T.
Galldorf Zrt.
Galldorf Ltd.
H-2376 Hernád, Köztársaság út 92