

A SZÓJA (*GLYCINE MAX L.*) MEGJELENÉSE A ZÖLD BIOFINOMÍTÁSBAN A CÍRKULÁRIS ÖKONÓMIA SZEMLELETÉN KERESZTÜL

EGED BENEC JÓZSEF¹ – CSATÁRI GÁBOR² – KOVÁCS SZILVIA³

¹ Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék, Növénytudományi Intézet, MÉK, DE, hallgató, egedbenec@gmail.com

² Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék, Növénytudományi Intézet, MÉK, DE, PhD hallgató

³ Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék, Növénytudományi Intézet, MÉK, DE, adjunktus

Bevezetés

Napjainkban nagy érdeklődés mutatkozik az élelmiszeripari hulladékok és a nagy mennyiségű biomassza értéknövelt termékekké történő feldolgozása iránt, amely csökkenti a környezeti problémákat. A növekvő népesség megfelelő mennyiségű és minőségű, nyomon követhető élelmiszer-alapanyagot kíván, a környezet terhelésének minimalizálása mellett. A klímaváltozás mezőgazdasági hatása, a növekvő élelmiszerigény, valamint az egy főre jutó termőterületek csökkenése következtében egyre inkább felértékelődik az élelmiszeripari alapanyagok előállítása során évente keletkező több millió tonna melléktermék szerepe. A hüvelyesek ipari feldolgozása évente mintegy 400 000 tonna mellékterméket termel, és ezeket főként állati takarmánnyként hasznosítják. Azonban ezek az anyagok táplálkozási és funkcionális szempontból értékes vegyületek forrását jelentik. A melléktermékek feldolgozása a fenntarthatósági igényekkel összhangba hozható cirkuláris ökonómiai rendszerekben történik. A zöld biofinomítás koncepciója beilleszthető a körforgásos gazdálkodásba, hiszen zöldtakarmányokból, éretlen gabonafélékből, mezőgazdasági melléktermékekből állít elő magasabb hozzáadott értékkel rendelkező termékeket, amelyek hozzájárulnak a mezőgazdasági eredetű hulladékok csökkentéséhez, a termékek hosszabb élettartalmának biztosításához és a kevesebb környezeti erőforrás felhasználásához.

A szója jelentősége

A szójabab (*Glycine max L.*) a negyedik legnagyobb vetésterületű szántóföldi kultúrnövény, táplálkozási jelentőségét, mint fehérjék, szénhidrátok, ásványi anyagok és vitaminok forrását világszerte elismerik (ÁBRAHÁM, 2019, BALIKÓ, 2007, HOU et al., 2009, SEAN O'KEEFE et al., 2015). A világ növényiolaj felhasználásában 20%-os részarányt képviselnek a szója eredetű olajok, ezért olajnövényként kerül a nemzetközi köztudatba, míg Magyarországon a fehérjenövények között tartják számon. A faj tartós beépítése a pázsitfű dominálta hazai vetésváltási rendszerekbe javasolt, termesztése során nem csak a talajok szerkezetét javítja, hanem a *Rhizobium japonicum* baktériumokkal folytatott szimbiózisuk során elengedhetetlen szerepet töltenek be a talajok szervesanyagkészletének gyarapításában, és a nitrogén körforgásban (CALDWELL- VEST, 1970). A szójabab évszázadok alatt kialakult konvencionális hasznosítási irányai (mag) mellett egyre nagyobb teret nyer a vegetatív szervek humánélelmelésben történő hasznosítása. A faj növénytermesztési jelentősége

egyértelmű, azonban táplálkozásélettani szempontból számos kihívás vár még felfedezésre. Emészthetőségi szempontból a faj rostbiológiai vizsgálata előremutató (KESKIN et al., 2022, GUILLERMO et al., 2019).

Jelentőségét bizonyítja, hogy "Tápláló magvak a fenntartható jövőért" mottóval a 2016-os évet a hüvelyesek nemzetközi évének nyilvánította az Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (KAUR-PRASAD, 2021). A vegetáriánus lakosság fehérjéje ellátottsága döntően a hüvelyesektől függ. A hüvelyeseket gabonafélékkel kombinálva széles körben fogyasztják alapélelmiszerként a fejlődő országokban. Ez a kombináció fenntartja az esszenciális aminosav-egyensúlyt.

Fontosabb beltartalmi értékei

Fehérjék. Az alapvetően nagy fehérjetartalmú hüvelyes növények sorából is kiemelkedik, magva 38-42%-os fehérjetartalommal bír (BOCZ, 1996, SEAN O'KEEFE et al., 2015). Kedvező aminosavprofiljának köszönhetően biológiai értéke is kiváló (BALIKÓ, 2007). Megfelelő mennyiségben és arányban tartalmazza a négy legfontosabb aminosavat (lizin 1,82-2,86%, metionin 0,3-0,64%, cisztin 0,37-0,73%, treonin 1,4- 2,17%). A fehérjék sorát számos antinutritív hatású anyagok bővítik. A szójabab antinutritív anyagai táplálkozásbiológiai szempontból kedvezőtlennek számítanak, hiszen csökkentik más tápanyagok, elsősorban a takarmányfehérjék hasznosulását. (SEAN O'KEEFE et al., 2015, BALIKÓ, 2007).

Zsírok. Magas linol (50-63%)- és linolénsavtartalommal (2-11%) rendelkezik. A telítetlen zsírsavak közül az α -linolénsav (ALA) az eikozapentaénsav (EPA) és dokozahexaénsav (DHA) prekursora található meg benne (SEAN O'KEEFE et al., 2015). A nyers szójaolaj finomítását követően visszamaradó lecitin (nyers szójaolajban: 2-3%) összetételét meghatározza a fajtajelleg és a finomítási eljárás módja (BALIKÓ, 2007).

Szénhidrátok. A szója magjában viszonylag alacsony, 14,7 – 18,3 g/100g szénhidráttartalom realizálható, amely jelentős részét (3,3 – 9,9 g/100g) a szacharóz képezi. A szója elsődleges nem rosttermészetű szénhidrátjai közül két oligoszacharid, a raffinóz (5.2–15.8%) és a sztachióz (12.1–35.2%) mennyisége nem elhanyagolható (HOU et al., 2009). A raffinóz a galaktóz, glükóz és fruktóz triszacharidja, amelyben a monomerek 1-6 és 1-2 glikozidkötéssel kapcsolódnak, a sztachióz pedig 2 galaktózból, glükózból és fruktózból álló tetraszacharid. A raffinózt és a sztachiózt képesek a probiotikumok hasznosítani, ezáltal a két oligoszacharid elősegíti a legtöbb bifidobaktérium és lactobacillus faj növekedését (ANDERSON et al., 2009). A hüvelyesek fogyasztása után gyakori probléma a puffadás. A gázképződés az emésztetlen élelmiszer komponensek bélmikroorganizmusok általi anaerob fermentációjának köszönhető. Különösen az emlősök emésztőrendszeréből hiányzik az α -galaktozidáz enzim, amely képes lebontani az a 1-6 kötéseket a galaktóz molekulák között (ROSSI et al., 1984).

Fotoszintetikus pigmentek. A szója zöld hajtása jelentős forrása a fotoszintetikus pigmentek közül a klorofilnak, karotinoidoknak, ami növénytermesztési és táplálkozási szempontból is figyelmet igényel. MUSURMONOVICH et al. (2022) vizsgálatai alapján a szójafajták fotoszintetikus pigmenttartalma között szignifikáns eltérés tapasztalható, továbbá megállapították, hogy tenyésztéskor alatt a virágzás stádiumában éri el legmagasabb mennyiségét a klorofil-tartalom, ezt követően csökkenni kezd. A fotoszintetikus pigmentek növényélettani folyamatokban betöltött esszenciális szerepük mellett, a humánélelmiszerben és takarmányozásban is kiemelt jelentőséggel bírnak. A klorofil részt vesz a szabadgyökök megkötésében és a lipidoxidáció mérséklésében. A klorofil a hemoglobinnal azonos molekulaszervezetű, porfirinváz pigment, csak a centrális atomban van különbség, mert a hemoglobinnal központi atomja vas. Ez a hasonlóság teszi a klorofil táplálkozás szempontjából jelentőssé, javítja az emésztést, erősíti az immunrendszert, segíti a szervezet méregtelenítését. A karotinoidok szerkezetében lévő konjugált kettős kötések lehetővé teszik a szabad oxigén- és szabadgyökök megkötését, így természetes antioxidánsként funkcionálnak a szervezetben, továbbá apoptózist válthatnak ki daganatos sejtekben (KAN et al., 2018).

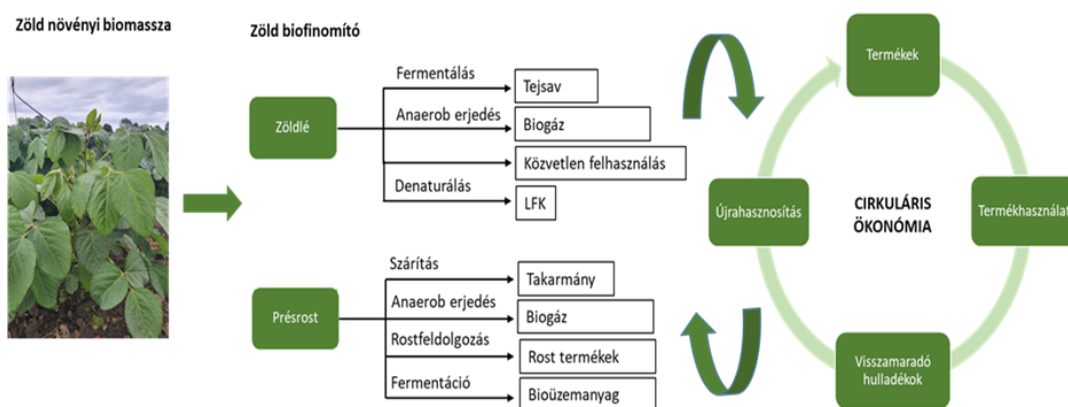
Biomassza feldolgozás – „zöld biofinomító”

A lignocellulóz tartalmú zöld biomassza biotechnológiai úton történő feldolgozásának egyik módja a nedves frakcionálás, amely során élelmiszeripari és takarmányozási aspektusból értékes présrostfrakció nyerhető. Egyre több az élelmi rostok bevitelének növelésére való törekvés, hiszen számos tanulmány említi úgy az élelmi rostokat, mint a napjainkban növekvő tendenciát mutató betegségek kezelésének egyik perspektívikus lehetőségei. A zöld biofinomító rendszer alkalmazása beilleszthető a körforgásos gazdálkodásba, hiszen a mezőgazdaságból származó növényekből és növénytermesztési biomassza maradékokból állít növelt energiatartalmú termékeket (biodízel, bioetanol, bioüzemanyagok, hő), és kedvező táplálkozás-élettani hatású élelmiszereket és takarmányokat.

A pillangósvirágúak (Fabaceae) családjába tartozó növények esetében már a múlt században felmerült a levél, fehérje célú hasznosítása, amelynek következtében a szója is górcső alá került, lehetőséget biztosítva a GMO eredetű szójamag import csökkentéséhez. A Nemzetközi Energia Ügynökség definiálása alapján a biofinomítás a biomassza fenntartható, széles spektrumú feldolgozása értéknövelt termékekké (TAKKELLAPATI et al., 2018). VAN REE et al. (2011) alapján a biofinomító rendszerek csoportosíthatók a feldolgozott alapanyagok típusa szerint. A „gabona biofinomítók” nyersanyagai kizárólag mezőgazdasági eredetű termények, a „lignocellulóz alapú biofinomítók” (LCFB) lignocellulóz tartalmú maradékokat dolgoznak fel, míg a „zöld biofinomítók” (GB) kategóriájába az éretlen gabonaféléket, lágyszárú kultúrnövényeket feldolgozó rendszerek tartoznak. A zöld biofinomító rendszerben történő feldolgozásra olyan növények alkalmasak, amelyek rövid termésciklussal rendelkeznek, egy tenyésztéskor alatt többször betakarítható, nagy mennyiségű zöld biomasszát nevelnek és kedvező beltartalmi paraméterekkel

jellemezhetőek. A szója valamennyi kritériumnak megfelel, így eredményesen alkalmazható a zöld biofinomításban.

A szója zöld biomasszájának innovatív feldolgozása során préseléssel két, mennyiségben és beltartalomban eltérő frakció nyerhető. A frakcionálás fő termékének tekinthető zöldlé 70% körüli frakciót képez, biológiai értékét nagy mennyiségű fehérje, aminosav, oldható cukor, esszenciális zsírsav, polifenol és színanyagtartalma határozza meg (FÁRI, 2016, KAMM et al., 2007). Szubsztrátot jelent meghatározó iparágak számára, mint a bioipar, gyógyszeripar, kozmetika ipar számára, azonban elsődlegesen a takarmányozásban és élelmezésben kerül felhasználásra levélfehérje koncentrátum (LFK) formájában. A 30% körüli mennyiségben visszamaradó présrost frakció nagy mennyiségű cellulózt, hemicellulózt és lignint tartalmaz (RAMBO, 2015, KAMM et al., 2007; CSATÁRI et al., 2022). Sokoldalúan használható ipari melléktermék, amelyből fermentáció útján bioüzemanyag, anaerob erjedéssel biogáz és szárítással takarmányok nyerhetők (BALAGURUMURTHY et al., 2015). Takarmányozási jelentőségét emészthetősége határozza meg, ami a sejtfalalkotó komponensek arányától függ. Napjaink aktuális problémája a fosszilis energiahordozókra alapozott energiahasználat, aminek következtében nagy mennyiségű szén-dioxid kerül a légkörbe. A szója zöld biomasszájából előállított présrost fermentálható és biológiailag hozzáférhető cukortartalma jelentős mértékben befolyásolja a későbbi felhasználást, valamint értékét növelik a benne található egyéb kémiai komponensek.



1.ábra: A zöld biofinomítás egyes melléktermékeinek bekapcsolódása a körforgásos gazdálkodásba

Forrás: Saját szerkesztés (FÁRI, 2016 alapján)

A rostkutatás jelentősége

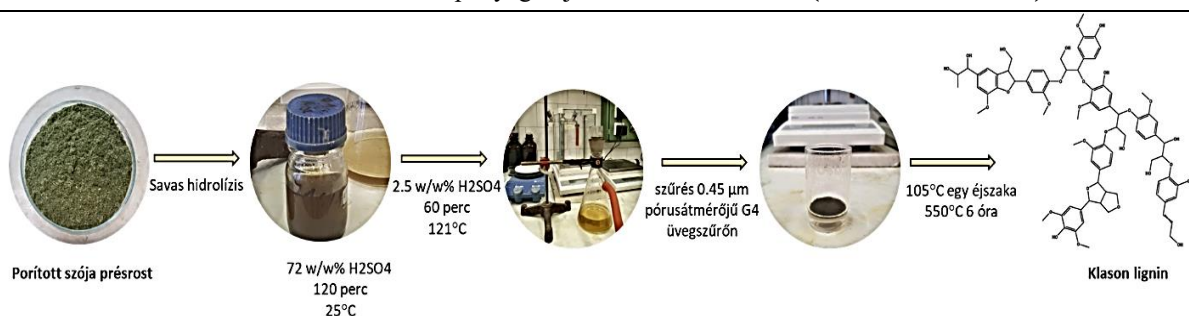
Napjainkban az emberi táplálkozásban ajánlott napi rostmennyiség (25-38 g/nap) és a ténylegesen elfogyasztott mennyiség között jelentős különbség van. Az amerikaiak kevesebb, mint 5%-a teljesíti az ajánlott ételmirost-bevitelt (THOMPSON - BRICK, 2016). Tekintettel arra, hogy az ételmi rostok befolyásolják a normál élettani működést és szuboptimális bevitelük krónikus betegségek kialakulását indukálják, a rosthányos táplálkozási szokások javítása elengedhetetlen. Megállapítható tendencia, hogy az elmúlt években az ételmi rostfogyasztás növelését a pázsitfűfélék (Poacea) családjába tartozó gabonanövényekkel próbálták megoldani. A hüvelyes növények ugyanakkor 2-3-szor több rostot tartalmaznak egységnyi tömegre vonatkoztatva, mint más alapvető gabonanövények.

A rost, mint fogalom meghatározására számos elmélet született a nemzetközi szakirodalmakban (CHAWLA et al., 2010, COSGROVE, 1997). Táplálkozás-élettani szempontból az ételmi rostok a nem hidrolizálható poliszacharidok csoportjába sorolhatók, hiszen az emésztő enzimek hatása nélkül a táplálékkal felvett, változatlan formában kerülnek a vastagbélbe, ahol mikrobiális fermentáció során alakulnak rövid szénláncú zsírsavakká (SCFA) (SLAVIN, 2013). Növényanatómiailag a rost a sejtplazma által kiválasztott, a sejtmembránt határoló szilárdító funkcióval rendelkező sejtfalból származtatható. A sejtfalak befolyásolják a szójában található tápanyagok biológiai hozzáférhetőséget, és meghatározzák a növényi alapú élelmiszerekben található tápanyagok későbbi emészthetőségét. A sejtfal felépítésében résztvevő anyagok a lignin, cellulóz, hemicellulóz, pektin, szerkezeti fehérjék (COSGROVE, 1997).

A hagyományosan alulértékelt agronómiai melléktermékek gyakran magas, kémiaiilag és funkcionálisan eltérő rosttartalommal rendelkeznek, amelyek eltérő biológiai hatást váltanak ki a szervezetben. A visszamaradó rosttartalom oldható és oldhatatlan frakcióból tevődik össze. Az oldható frakció a teljes ételmi rost (TDF) enzim és víz által oldható részeként definiálható. Az oldható rostfrakció felépítésében résztvevő polimerek a pektin, β -glükán, inulin, galaktomannán és frukto-oligoszacharidok (FOS) (MUDGIL et al., 2019).

A lignin az oldhatatlan rostfrakciók közé tartozik, kémiaiilag azonban eltér a többi rostkomponenstől (melyek főleg szénhidrátok), hiszen a fenolpropán származékok közé sorolható. Alapvetően a másodlagos sejtfalvastagodás során épül be többnyire a szilárdító alapszövetekbe. Szerkezeti stabilitást biztosít a növények, hidrofób természete következtében csökkenti a növényi szövetek átjárhatóságát vízre vonatkoztatva és növeli a mikrobiális aktivitásokkal szembeni ellenálló képességet. (BARROS et al., 2015) szerint a lignin a második legnagyobb mennyiségben előforduló szárazföldi biopolimer a cellulóz után.

A ligninben található sziringil és gvajacil oldalláncok aránya meghatározza a sejtfalban lévő fermentálható cukrok kinyerhetőségét, melynek gyakorlati relevanciája a biogáz, bioüzemanyag előállítás során van (FÁRI et. al, 2016). A betakarítást követően visszamaradó lignocellulóz tartalmú szója biomasszában 18% körüli Klason-lignin tartalmat figyeltek meg (KOVACIC, 2017). Megfigyelték, hogy szeszszencia során az inkrusztálás mértéke növekszik, ezért a zöldtömeg takarmányozási céllal történő hasznosítása esetén fontos az optimális időben történő betakarítás. Megfigyelték, hogy a levelek lehullását követően a tápanyagok jelentős része elveszik (GUPTA et al., 1973).



2. ábra: A Klason-lignin kinyerés folyamatábrája

Forrás: *Saját szerkesztés, 2022*

A világon évente 220 millió tonna szójaszalma marad a szántóterületeken. A szárból, levelekből és hüvelyekből álló szénájában 35% cellulóz, 21% oldhatatlan lignin, 17% hemicellulóz. A szójabab szalmáját gyakran szántóföldi melléktermékként definiálják, azonban a nagy mennyiségben visszamaradó beltartalmi értékek megalapozzák sokoldalú hasznosítási lehetőségeit. Megújuló erőforrásként történő hasznosítása már ismert, fizikai, kémiai és enzimikus kezelések lehetővé teszik a szójaszalma biológiai lebonthatóságát és emészthetőségét (MARTELLI et al., 2017). MARTELLI (2017) fenntartható zöld polimerként említi a szójaszalmát, ami lehetőséget biztosít a megújuló erőforrásokon alapuló fehérje-és poliszacharid produkcióhoz. COLLETTI et al. (2020) említi, hogy a szójabetakarítás során visszamaradó hüvely fehérjetartalma 10-12% körüli értékkel jellemezhető, míg a poliszacharidok közül a cellulóz 20%, a hemicellulóz 50% és a pektin 30%-os részarányt képez, ezáltal funkcionális összetevőként felhasználhatók a népesség ételmi rostbevitelének növelése

Összefoglalás

A biomassza céljából termelt szójafajták nedves frakcionálása során ipari melléktermékként keletkező présrost lignocellulózainak részletes ismerete megalapozhatja az élelmiszeripari vagy takarmányipari felhasználhatóság körét termékfejlesztési vonalon is. A biomassza Klason lignin, valamint a sejtfalban található cukorkomponenseinek frakcionálásával megfelelő kezeléssel bioüzemanyag és biodízel nyerhető, így mint ipari alapanyag is meghatározó. A szója présrostban ezáltal jelentős mennyiségű bioaktív vegyület is kvantifikálható, amelyek közül a fotoszintetikus

pigmentek (chl-a, chl-b, karotin, xantofill) táplálkozás-élettani szempontból fontos szerepet töltenek be. BALIKÓ (2007) elsősorban a szója magjában rejlő mikro-, és makroelem tartalomra hívja fel a figyelmet, azonban a présrost is értékes forrása ezen beltartalmi értékeknek. Mindezek alapján a nedves frakcionálás során ipari melléktermékként visszamaradó, gyakran alulértékelt szója présrost perspektívikus tápanyagforrást jelent a növekvő népesség számára. A lignocellulózok energetikai célú hasznosítása pedig lehetőséget biztosít a présrost felhasználás diverzifikálására, a megfelelő feldolgozás hatására előállított bioüzemanyagok képesek mérsékelni a fosszilis energiahordozókra háruló nyomást.

Kulcsszavak

szója, zöld biofinomítás, cirkuláris ökonómia, lignocellulóz, élelmi rostok

Hivatkozások

1. ÁBRAHÁM É. B. (2019): Szója. pp. 137-150. In: Alapnövények - Integrált növénytermesztés 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest. ISBN: 9789632867410
2. ANDERSON, J. W. – BAIRD, P. – DAVIS, R. H. Jr – FERRERI, S. – KNUDTSON, M. – KORAYM, A. – WATER, V. – WILLIAMS, C. L. (2009): Health Benefits of Dietary Fiber. *Nutrition Reviews* Vol. 67. No. 4. pp. 188–205. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x>
3. BALAGURUMURTHY, B. – SINGH, R. – OHRI, P. – PRAKASH, A. – BHASKAR, T. (2015): Thermochemical Biorefinery. In *Recent Advances in Thermo-Chemical Conversion of Biomass*, 157–74. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63289-0.00006-5>.
4. BARROS, J. – SERK, H. – GRANLUND, I. – PESQUET, E. (2015): The Cell Biology of Lignification in Higher Plants. *Annals of Botany* Vol. 115. No. 7. pp. 1053–74. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv046>.
5. BOCZ E. (1996): A hüvelyesek általános jellemzése. pp. 438-448. In Szántóföldi növénytermesztés. ANTAL J. – KISMÁNYOKI T. – RAGASITS I. – BOCZ E. – KOVÁCS G. Mezőgazda Kiadó
6. CALDWELL, B. E., – VEST G. (1970): Effects of Rhizobium Japonicum Strains on Soybean Yields. *Crop Science* Vol. 10. No. 1. pp. 19–21. <https://doi.org/10.2135/cropsci1970.0011183X001000010008x>.
7. CHAWLA, R. – PATIL G.R. (2010): Soluble Dietary Fiber. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* Vol. 9. No. 2. pp. 178–96. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00099.x>.
8. COLLETTI, A. C. – DELGADO, F. J – CABEZAS M. D. – WAGNER, J. R. – PORFIRI C. M. (2020): Soybean Hull Insoluble Polysaccharides: Improvements of Its Physicochemical Properties Through High Pressure Homogenization. *Food Biophysics* Vol. 15. No. 2. pp. 173– 87. <https://doi.org/10.1007/s11483-019-09613-y>.
9. COSGROVE, D. J. (1997): Assembly and enlargement of the primary cell wall in plants. *Annual Review of Cell and Developmental Biology* Vol. 13. No. 1. pp. 171–201. <https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.13.1.171>.
10. CSATÁRI G. – EGED B. J. – FEHÉR CS. – FÁRI M. G. – KOVÁCS SZ. (2022): Investigation of Content Parameters in Wet-Fractionated Fibre from Various Plants for Potential Use in Human Nutrition. *Foods* Vol. 11. No. 19. pp. 3038. <https://doi.org/10.3390/foods11193038>.
11. FÁRI M. G. – POPP J. (2016): Biotechnológia anno 1920-1938 és ma, Ereky Károly Biotechnológiai Alapítvány, Debrecen, pp. 117-128. ISBN: 978-615-5224-67-6
12. GUILLERMO N.-M. – DOLORES, M.-R. – Ana, L. de la G. – WERNER, R.-C. – BRICEIDA, P.-M. – ANA, A.-C. – KELSEY, G.-Á. – VANIA, U.-O. (2019): Dietary Fiber from Chickpea (*Cicer arietinum*) and Soybean (*Glycine max*) Husk Byproducts as Baking Additives: Functional and Nutritional Properties *Molecules*. 2019 Mar; Vol.24. No. 5. pp. 991.
13. GUPTA, B. S. – JOHNSON, D. E. – HINDS, F. C. – MINOR, H. C. (1973): Forage Potential of Soybean Straw. *Agronomy Journal* Vol. 65. No. 4. pp. 538–41
14. HOU, A. – CHEN, P. – SHI, A. – ZHANG, B. – WANG, Y.-J. (2009): Sugar Variation in Soybean Seed Assessed with a Rapid Extraction and Quantification Method. *International Journal of Agronomy*: 1–8.

15. KAMM, B. – KAMM, M. (2007): International Biorefinery Systems. Pure and Applied Chemistry Vol. 79. No. 11. pp. 1983–97. <https://doi.org/10.1351/pac200779111983>
16. KAN, L., – SHAOPING, N. – JIELUN, H. – SUNAN, W. – ZHOUYA, B. –, JUNQIAO, W. – YAOMIN, Z. – JUN, J. – QIN, Z. – KE, S. (2018): Comparative Study on the Chemical Composition, Anthocyanins, Tocopherols and Carotenoids of Selected Legumes. Food Chemistry 260 (szeptember): 317–26. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.148>.
17. KAUR, R. – PRASAD, K. (2021): Technological, Processing and Nutritional Aspects of Chickpea (Cicer Arietinum) - A Review. Trends in Food Science & Technology 109 (március): 448–63. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.044>.
18. KESKIN, S-O. – TAHIRA, M.-A. – JASIM, A. – MARIUM, S. – MUHAMMAD, S. – és MARK, A. Uebersax. (2022): Physico-chemical and Functional Properties of Legume Protein, Starch, and Dietary Fiber—A Review. Legume Science Vol. 4 No. 1 <https://doi.org/10.1002/leg3.117>.
19. KOVAČIĆ, Đ. (2017): Soybean Straw, Corn Stover and Sunflower Stalk as Possible Substrates for Biogas Production in Croatia: A Review. Chemical and Biochemical Engineering Quarterly Vol. 31. No. 3. pp. 187–98. <https://doi.org/10.15255/CABEQ.2016.985>
20. MARTELLI-TOSI, M. (2017): Chemical Treatment and Characterization of Soybean Straw and Soybean Protein Isolate/Straw Composite Films. Carbohydrate Polymers, 9.
21. MUDGIL, D. – BARAK, S. (2019): Classification, Technological Properties, and Sustainable Sources. In Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications, 27–58. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816495-2.00002-2>.
22. MUSURMONOVICH, F. S. – XANDALOVA, S. K. (2022): Some Photosynthetic Indicators of Soybean Varieties. Vol. 5. No. 2770. pp. 3.
23. O'KEEFE, S. – BIANCHI, L. – SHARMAN, J. (2015): Soybean Nutrition. SM J Nutr Metab. Vol. 1. No. 2. pp. 1006
24. RAMBO, M.K.D. – SCHMIDT, F.L. – FERREIRA, M.M.C. (2015): Analysis of the Lignocellulosic Components of Biomass Residues for Biorefinery Opportunities. Talanta 144 (november): 696–703. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.06.045>.
25. ROSSI, M. – GERMONDARI, I. – CASINI, P. (1984): Comparison of Chickpea Cultivars: Chemical Composition, Nutritional Evaluation, and Oligosaccharide Content. Journal of Agricultural and Food Chemistry Vol. 32 No. 4. pp. 811–14. <https://doi.org/10.1021/jf00124a028>.
26. SLAVIN, J. (2013): Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. Nutrients Vol. 5. No. 4. pp. 1417–35. <https://doi.org/10.3390/nu5041417>.
27. TAKKELLAPATI, S. – Li, T. – GONZALEZ, M. A. (2018.): An Overview of Biorefinery Derived Platform Chemicals from a Cellulose and Hemicellulose Biorefinery. Clean Technologies and Environmental Policy Vol. 20. No. 7. pp. 1615–30. <https://doi.org/10.1007/s10098-018-1568-5>.
28. THOMPSON, H. J. – BRICK, M. A. (2016): Perspective: Closing the Dietary Fiber Gap: An Ancient Solution for a 21st Century Problem. Advances in Nutrition Vol. 7. No. 4. pp. 623–26. <https://doi.org/10.3945/an.115.009696>
29. VAN REE, R. – BAKKER, R. – BLAAUW, R. – ZWART, R. –Van Der Drift, B. (2011): Biofuel-Driven Biorefineries for the Co-Production of Transportation Fuels and Added-Value Products. In Handbook of Biofuels Production, pp. 559–80. Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857090492.4.559>.