

Levélfehérje-vizsgálatok a csicsóka leveles hajtásának hasznosítása érdekében

¹Kaszás László–¹Fári Miklós–²Hodossi Sándor–¹Domokos-Szabolcsy Éva

Debreceni Egyetem

¹Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Debrecen

²Agrártudományi Központ,
Kutatási és Fejlesztési Intézet, Debrecen
kaszas.laszlo@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A Föld népességének folyamatos növekedése magában hordozza az élelmiszer-, és ezzel együtt a fehérjeigény iránti növekedést is, nem csak a humán táplálkozásban, de a takarmányozásban is. Jelenleg a takarmányipar főként a mag alapú fehérjére épít, bázisnövénye a szója, melyet Európa más országaihoz hasonlóan Magyarország is jelentős részben importból fedez. A hosszútávon gazdaságosan fenntartható állattenyésztéshez azonban változásokra van szükség, melyekre dolgoztak is már ki stratégiákat. A fehérjehordozók egyik alternatív lehetőségeként a hajtásos növények zöldleveles része nagy potenciált rejt magában.

Jelen munkánkban a csicsókát mint alternatív fehérjeforrást vizsgáltuk, összehasonlítva a lucernával, az értékes fehérjenövényekkel. Eredményeink azt mutatták, hogy a csicsóka leveles hajtásaiból préseléssel kinyerhető rostfrakció a teljes növény 34–37%-át teszi ki az őszi időszakban, míg lucernában kicsit alacsonyabb értéket kaptunk (30%). A zöld présleből kinyert levélfehérje-koncentrátum a lucerna esetében magasabb volt. Ezzel együtt a lucerna esetében magasabb volt a levélfehérje-koncentrátumból kimérhető teljes fehérjetartalom és az egyes aminosavak mennyisége is a csicsókával összehasonlítva.

Összességében a lucerna előnyösebbnek bizonyult mind a levélfehérje kinyerési-hatásfokot, mind a fehérjetartalmat illetően a csicsókával összevetve. Figyelembe véve a csicsóka aminosav-összetételét, illetve a növény által előállítható zöld biomassza mennyiségét, szerepe a növényalapú fehérje-előállításban a jövőben felértékelődhet.

Kulcsszavak: levélfehérje-koncentrátum, csicsóka, lucerna, takarmányozás, aminosav

SUMMARY

The constant growth of the Earth's population brings with itself a higher demand for food and protein not only in human nutrition but also for the feeding of livestock. Currently, the feed industry is mainly built on seed-based protein, where the base plant is soybean, which is largely covered by imports in Hungary, similar to other European countries. However, the long-term economically sustainable livestock breeding demands changes which has also worked out strategies. An alternative protein sources could be green leafy plants.

In current work the Jerusalem artichokes as an alternative source of protein was studied, compared to alfalfa as a valuable protein plant. Our results indicate that fiber fraction of Jerusalem artichoke shoots was 34 to 37% after pressing in the autumn period while alfalfa slightly lower values were obtained (30%). On the other hand extracted green leaf protein concentration was higher in alfalfa than in Jerusalem artichoke. Along with this higher protein content could be measured from the leaf protein concentration of alfalfa and almost each amino acids were more, as well comparing to Jerusalem artichoke.

Overall, the alfalfa proved to be advantageous as expected both in leaf protein extraction efficiency, both regarding the content of the protein in the Jerusalem artichoke. However, considering amino acid composition and green biomass production, Jerusalem artichoke could be a promising plant species as a protein source in the future.

Keywords: leaf protein concentrate, Jerusalem artichoke, alfalfa, animal feeding, amino acid

BEVEZETÉS

Közismert, hogy a Föld lakossága folyamatosan növekszik. Jelenleg hozzávetőleg 7,3 milliárd főt számolnak. Egyes prognózisok szerint azonban, ezt a növekedési ütemet követve 2050-re eléri a 9 milliárdot bolygónk népessége (Popp et al. 2015).

A népességnövekedés szükségszerűen magában hordozza az élelmiszerigény emelkedését is. Évente nagyjából 36 millió ember hal meg éhezés miatt közvetlenül vagy ezzel összefüggésben kialakult betegségek következtében (Latham 1997, Gasperini és Maguire 2001).

A fehérje – az élő szervezetekben betöltött sokrétű funkciója révén – az egyik kardinális pont mind a humán fogyasztás, mind az állati takarmányozás szempontjából. A fehérjék nélkülözhetetlenek a sejtek kiala-

kulásában és ezzel együtt az emberi és állati szervezet megfelelő működésében. Esszenciális építőelemei a vér alakos elemeinek, enzimek prekursorai, a hormonok szintézisének alapjai, továbbá részt vesznek a haj és szőrzet kialakulásában (Paulin et al. 1951, Williams 1953, Kinsella 1970, Brocchieri és Karlin 2005, Badaloo et al. 2006, Chaing et al. 2007).

A 21. század mezőgazdaságának egyik legégetőbb kérdése a növekvő fehérjeigény kielégítése. Hogyan állítsunk elő elegendő mennyiségű, és ezzel együtt megfelelő minőségű fehérjét? Jelenleg az állattenyésztéshez kapcsolódó takarmányipar növényi fehérjebázisa főként magalapú. Ezen belül is kiemelt szerepet kap a szója és belőle készült szójaliszt, amelynek jórészt (~70%) hazánk – más Európai Uniói tagországokkal együtt – az USA-ból és Dél-Amerikából importálja. Ezekben az országokban a termesztett szója

89–99%-a transzgénikus. Figyelembe véve az EU elutasító álláspontját a GM növényekkel és termékekkel szemben, szükségesnek látszik a fehérje-ellátási lánc újragondolása (Latham 1997, Popp et al. 2015).

A fehérjehordozók egyik alternatív lehetőségeként a hajtásos növények zöldleveles része nagy potenciált rejt magában. Klímatis viszonyainkat és biológiai értéket egyaránt szem előtt tartva a pillangós virágúak családjába tartozó lucerna és herefélék kiemelt szerephez juthatnak. Ezzel együtt más, nagy zöldtömeggel rendelkező növényfajok is számításba jöhetnek, úgymint levél amarant (Oke és Umoh 1970, Fasuyi et al. 2008).

A csicsóka elsősorban magas inulin tartalmú gumóiról ismert zöldségnövény (Angeli et al, 2000). Fehérjeforrásként történő alkalmazása azonban kevésbé kutatott. Johansson et al. (2015) szerint a gumók 5–10%-ban (DW) tartalmaznak fehérjét, ezzel együtt a föld feletti hajtás levél frakciójában nagyobb mértékben halmozódik fel (7–23%).

Mindezeket figyelembe véve jelen kutatásunkban célként tűztük ki a csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) egy ökotípusából nyert leveles hajtásának – mint lehetséges fehérjeforrás – vizsgálatát a lucernával összehasonlítva.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérletünkhöz a csicsókát (*Helianthus tuberosus* L.) a Debreceni Egyetem MÉK Bemutatókertjében nevelt állományból gyűjtöttük be, a lucernát (*Medicago sativa* L.) a Tedej Zrt. biztosította számunkra, Hajdúnánás-Tedej főtelephelyéről. A növényanyagokat két egymást követő évben (2014, 2015) ősszel takarítottuk be.

A levélfehérje feltárási vizsgálatokhoz 1–1 kg leveles hajtás került mérésre.

A növényi minták feltáráshoz Ereky Károly által 1920-as években szabadalmaztatott hideg darálási eljárást alkalmaztuk módosítással (Fári és Kralovszky 2004), ikercsigás prés segítségével. A leveles hajtást kipréselve két frakciót kaptunk, egy növényi rostfrakciót és zöldlét.

A préselés kémiai paraméterei közül a pH-t mértük pH-mérő (SevenEasyMettler, Toledo, Germany) segítségével. A vízdoldható szárazanyag tartalmat (Brix értéket) kézi refraktométerrel mértük meg (Ceti).

A klorofill-tartalom meghatározását Porra et al. (1989) módszerének módosított változatával végeztük a növényi préseléből spektrofotometriás módszerrel. A zöld préslevet N,N-dimetil-formamid szerves oldószerrel egy éjszakán át inkubáltunk sötétben, 4 °C-on. Centrifugáltuk 13 000 rpm-en 2 percig, majd a felülúszóból 663 nm-en klorofill a, 645 nm-en klorofill b és 480 nm-en karotinoid abszorbancia értékeket olvastunk le. A kapott értékeket megfelelő képletbe helyettesítve kiszámoltuk a klorofill-a, a klorofill-b, az összes karotinoid tartalmat.

A zöld présleből a Pirie-féle fehérje feltárással (külső hőközlésen alapuló fehérje precipitáció) fehérjekoncentrátumot kaptunk, melyet gravitációs eljárással szétválasztottuk a barnalé frakciótól (Pirie 1971).

A fehérjekoncentrátumból (LFK) szárazanyag-tartalmat határoztunk meg tömegállandóságig történő szárítással (szárítószekrény 80 °C 48 h). Az össz-fehérje-

tartalom Khejdal-módszerrel három ismétlésben, az aminosav összetétel MSZ EN ISO 13903:2005 2.2, 4, 5.3 fejezete szerint 1 ismétlésben lett megmértve a DE MÉK Agrárműszerközpontban.

EREDMÉNYEK

A 2014–2015 évek hasonló, őszi időszakában begyűjtött zöld növényi mintákból kinyert frakciók mennyiségét százalékosan feltüntetve foglaltuk össze az 1. ábrán. A 2014. évi eredményeket – az összehasonlítás miatt – Varga (2014) alapján tüntettük fel.

1. ábra: Csicsóka zöldleveles hajtásának frakcionálása lucernával összehasonlítva (Debrecen, 2014–2015)

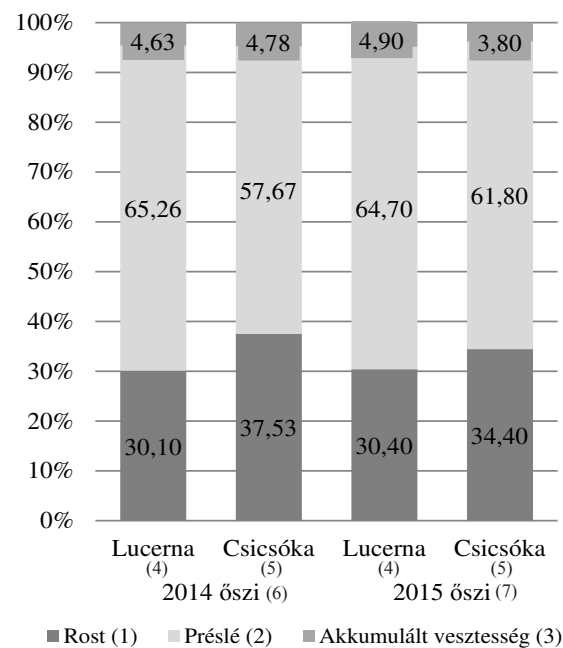


Figure 1: Fractionation of above ground parts of Jerusalem artichoke and alfalfa (Debrecen, 2014–2015)

Fiber(1), Green juice(2), Accumulated loss(3), Alfalfa(4), Jerusalem artichoke(5), 2014 autumn(6), 2015 autumn(7)

Az 1. ábrán látható, hogy a rost frakciók között kis eltérések voltak megfigyelhetők: lucerna esetében (30%) körüli rost volt kinyerhető mindkét vizsgált évben, míg a csicsóka leveles hajtásából 34–37% rostot lehetett begyűjteni a préselés során. Figyelembe véve, hogy az őszi betakarítás a lucerna esetében az 5. kaszálást jelentette, a csicsóka esetében pedig az első, az eredmény különösen érdekesnek mondható. A leveles hajtásból készült zöldpréselés mennyiségét vizsgálva azt találtuk, hogy lucernából magasabb a kihozatali arány (64–65%), mint csicsókából (57–61 %) (1. ábra).

A hőkezelés során a zöldlé frakcióból kinyert fehérjekoncentrátum (LFK) mennyisége jelentősen változott a két évet összehasonlítva. A csicsókából kinyert levélfehérje-koncentrátum közel fele a lucernával összehasonlítva 2014-ben. A 2015. őszi betakarított lucerna préseléséből kinyert LFK kb. egy harmada volt az előző év hasonló időszakához képest (1. táblázat). Csicsóka esetében is csökkent a kinyerhető LFK mennyisége (76 g) 2015-ben az előző évhez viszonyítva (105 g).

A csicsóka és lucerna leveles hajtásának frakcionálása őszi betakarítás alkalmával
(Debrecen, 2014–2015)

	2014 őszi(1)		2015 őszi(2)	
	Lucerna(3)	Csicsóka(4)	Lucerna(3)	Csicsóka(4)
Rost (g)(5)	301,03	375,36	304,0	344
Préslé (ml)(6)	652,65	576,75	670,0	618
Barnalé (ml)(7)	327,99	423,46	340,0	430
LFK (g)(8)	181,08	105,09	65,1	76
Akkumulált veszteség (g)(9)	46,32	47,89	26,0	38

Table 1: Fractionation of above ground part of Jerusalem artichoke and alfalfa, autumn harvest (Debrecen, 2014–2015)
2014 autumn(1), 2015 autumn(2), Alfalfa(3), Jerusalem artichoke(4), Fiber (g)(5), Green juice (ml)(6), Brown juice (ml)(7), LPC (g)(8), Accumulated loss (g)(9)

A két mért időszakban a vízoldható szárazanyag-tartalom értékek nem változtak, 2014-ben a lucernánál 10,6%-ot, 2015-ben 11%-ot mértünk. A pH-mérésnél sem tapasztalható szignifikáns differencia: 5,8 (2014); 6,06 (2015). A csicsóka esetében a Brix-érték a következőképpen alakult: 2014-ben 12%, 2015-ben 20%. A pH-érték tekintetében 2014-ben 7,3; ezzel szemben 2015-ben 6,6.

A csicsóka szétválasztott leveles hajtásának rost-, LFK- és barnalé-frakciójából a teljes fehérjetartalmat 2014-ben volt lehetőségünk mérni a lucernával összehasonlítva (2. ábra).

2. ábra: Fehérjetartalom a különböző frakciókban
(Debrecen, 2014)

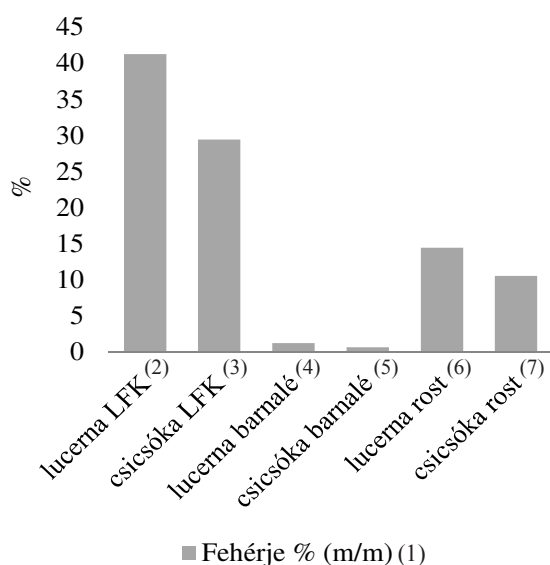


Figure 2: Protein content in different fractions (Debrecen, 2014)
Protein %m/m(1), Alfalfa LPC(2), Jerusalem artichoke LPC(3), Alfalfa brown juice(4), Jerusalem artichoke brown juice(5), Alfalfa fiber(6), Jerusalem artichoke fiber(7)

A fehérje legnagyobb mennyiségben a LFK frakcióban halmozódott fel mindkét növényfaj esetében. A csicsóka LFK frakcióban ~30m/m% fehérje volt mérhető, míg a lucerna ugyanezen frakciójából ~40% körül realizálódott (2. ábra). A lucerna LFK magasabb fehérjetartalma várható volt, hiszen közismert, hogy a *Fabaceae* családba tartozó növényfajok – mint a lucerna – fontos szerepet töltenek be a nitrogén-megkötésben,

ezzel együtt a legjobb „fehérje-raktározók” is közülük kerülnek ki a növényvilágban (Radics 2007).

A barnalé-frakcióban minimális fehérje maradt vissza (2–3 m/m%), mely arra enged következtetni, hogy a hőkezelés során a zöldlé fehérjetartalma nagy részben precipitálódott és az LFK-frakcióban felhalmozódott, ugyanakkor a leveles hajtás préselése során visszamaradt rostfrakcióban még 8–15% fehérje volt mérhető (2. ábra). Ennek oka abban kereshető, hogy a préselés során maradtak fel nem tárt sejtek, illetve vannak vázfibrillák, melyek vizes közegben kevésbé hozzáférhetőek (Varner and Liu 1989).

A legnagyobb fehérjetartalmú LFK frakcióban az aminosav összetétel is meghatározásra került a 2014. évben betakarított csicsóka esetében, a lucernával összehasonlítva. A 21 ismert aminosav közül 15-öt sikerült azonosítani, köztük esszenciális és nem-esszenciális aminosavakat is. A 3. ábrán látható, hogy százalékban kifejezve a lucerna LFK-frakcióban nagyobb arányban volt mérhető az aminosavak többsége. A metionin volt az egyetlen esszenciális aminosav, melyből a csicsókában volt több; az alanin-, arginin- és glicintartalom közel hasonló volt mindkét növényfaj esetében (3. ábra).

3. ábra: Aminosav összetétel a lucerna és a csicsóka
LFK frakciójában
(Debrecen, 2014)

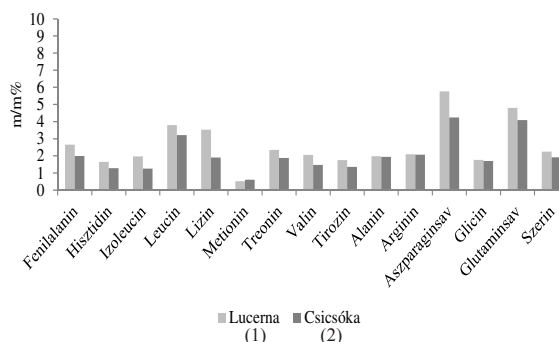


Figure 3: Amino acid composition of Jerusalem artichoke and alfalfa LPC (Debrecen, 2014)
Alfalfa(1), Jerusalem artichoke(2)

A leveles hajtásból frissen kipréselt zöldlé-frakcióban a felhalmozódott fehérje mellett a zöld színanyagok is értéket képviselnek. Az állati és emberi táplálkozásban is bizonyított egészségvédő hatásuk (Feruzzi és Blakeslee 2007).

A növényekben található fotoszintetikus pigmenteket két csoportra lehet osztani kémiai szerkezetük alapján: klorofillok és karotinoidok.

A klorofill 'a' és 'b' szerkezete nagyon hasonlít az emberi vérben található hemoglobinhoz, mindössze a centrális atomban van eltérés. A klorofill esetében ez magnézium ion, a hemoglobinban pedig vas ion van. Ez a hasonlóság teszi olyan fontossá az emberi és állati táplálkozásban. Elősegíti az emésztést, erősíti az immunrendszert, méregtelenítő hatással bír (Kospell et al. 2005).

A karotinoidok szintén a természetes pigmentek közé tartoznak, melyek a növények sárga, vörös és narancsos színét adják. Járulékos pigmentként a fényenergia továbbításban van szerepük, emellett jelentőségük abban rejlik még, hogy a bennük lévő konjugált kettős kötések révén antioxidáns tulajdonsággal bírnak. Ezen túlmenően előanyagok az A-vitaminnak (Rao és Honglei 2002).

A színanyagok élettani szerepe miatt mértük mennyiségüket az LFK-frakcióból a 2015 őszi gyűjtött mintákból. A 4. ábra az egyes fotoszintetikus pigmentek mennyiségét mutatja be: a klorofill 'a', 'b' és összes karotinoid tartalom tekintetében egyaránt alacsonyabb értékeket mértünk a csicsókában a lucernával összehasonlítva. Ez azzal magyarázható, hogy az őszi betakarítás során feldolgozott lucerna az ötödik kaszálás eredménye, így módon fiatal vegetatív részeket tartalmazott. Ezzel szemben a csicsóka nem volt korábban visszavágva. A betakarítás idején a növény már tenyészidőszakának vége felé közeledett, a benne található pigmentek degradációja megindulhatott. A mért eredményeink vizuális tapasztalatainkat is alátámasztották, hiszen a csicsóka növények világos zöldebbek voltak, enyhén száradni, barnulni kezdtek, ezzel szemben a lucerna üde zöld színű volt.

4. ábra: Fotoszintetikus pigmenttartalom lucerna és csicsóka préselt zöldlé frakcióiban (Debrecen, 2015)

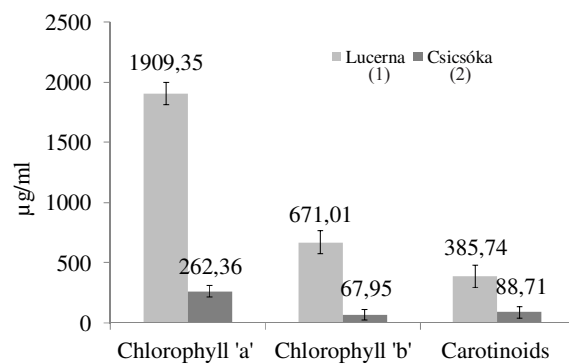


Figure 4: Photosynthetic pigment content of green juice of Jerusalem artichoke and alfalfa (Debrecen, 2015) Alfalfa(1), Jerusalem artichoke(2)

Összefoglalásként elmondható, hogy jelen munkánk során célunk volt megvizsgálni a csicsóka föld feletti részének hasznosítási lehetőségét mint fehérje-forrást, lucernával összehasonlítva. Két év őszi betakarítását figyelembe véve látható, hogy a lucerna fehérjetartalma magasabb a csicsókában mértetekhez képest. Azonban ha figyelembe vesszük a zöld biomassza termelését (jelen munkánkban erre nem térünk ki, de vannak előzetes számításaink) és a belőle kinyerhető fehérjekoncentrátum mennyiségét, lecsökkennek a különbségek a két faj között.

Az eredmények előzetes kísérleti eredmények, a begyűjtött és fenntartott csicsóka vonalaink közül egy kiválasztott ökotípusra vonatkozóan. Az egyes vonalak között azonban nagy különbségek lehetnek, melyeket a továbbiakban részletesen vizsgálni is szeretnénk.

IRODALOM

- Angeli, I.–Barta, J.–Molár, L. (2000): A gyógyító csicsóka. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 160.
- Badaloo, A. V.–Forrester, T.–Reid, M.–Jahoor, F. (2006): Lipid kinetic differences between children with kwashiorkor and those with marasmus. *Am. J. Clin. Nut.* 83: 1283.
- Brocchieri, L.–Karlin, S. (2005): Protein length in eukaryotic and prokaryotic proteomes. *Nucleic Acids Res.* 33: 3390–3400.
- Chaing, Y. S.–Gelfand, T. I.–Kister, A. E.–Gelfand, I. M. (2007): New classification of super secondary structures of sandwich-like protein uncovers striking patterns and strand assemblage. *Proteins.* 68: 915–921.
- Fári M.–Kralovánszky U. P. (2004): Az Ereky-rejtély megoldása: a „biotechnológia” első fogalma Magyarországon. [In: Palló G. (szerk.) A honi Kopernikusz-recepciótól a magyar Nobel-díjazig.] Budapest. 240–268.
- Fasuyi, A. O.–Dario, F. A. S.–Adeniji, A. O. (2008): Tropical vegetable (*Amaranthus cruentus*) leaf meal as alternative protein supplement in Broiler starter diets: Bionutritional evaluation. *Journal of Central European Agriculture.* 9. 1: 23–34.
- Feruzzi, M. G.–Blakeslee, J. (2007): Digestion, absorption, and celiac preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. *Nutrition Research.* 27: 1–12.
- Gasperini, L.–Maguire, C. (2001): Targeting the Rural Poor: The Role of Education and Training. Sustainable Development, Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/docstore/020202/02020201a_en.htm
- Johansson, E.–Prade, T.–Angelidaki, I.–Svensson, S. E.–Newson, W. R.–Gunnarsson, I. B.–Hovmalm, H. P. (2015): Economically Viable Components from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in a Biorefinery Concept. *Int. J. Mol. Sci.* 16: 8997–9016.
- Kinsella, J. E. (1970): Evaluation of plant leaf protein as a source of food protein. *Chem. Ind.* 17: 550–554.
- Kospell, D. A.–Kospell, D. E.–Curran–Celentano, J. (2005): Carotenoid and chlorophyll pigment in sweet basil grown in the field and greenhouse. *Hort. Science.* 40. 5: 1230–1233.
- Latham, M. C. (1997): Human Nutrition in the Developing World. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome. Italy. 522.
- Oke, O. L.–Umph, I. B. (1970): Nutritive value of leaf protein. *Nutr. Rep. Int.* 10: 73–82.
- Paulin, L.–Corey, R. B.–Branson, H. R. (1951): The structure of protein: Two hydrogen-bonded helical configurations of the polypeptide chain. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 37: 205–211.

- Pirie, N. W. (1971): The Machinery for LPC Production. [In: Pirie, N. W. (ed.) Leaf Protein: Its Agronomy, Preparation, Quality and Use.] International Biologica Program Handbook. Oxford. United Kingdom: Blackwell's Scientific Publishers. 20: 56–62.
- Popp J.–Fári M.–Antal G.–Harangi-Rákos M. (2015): A fehérjetakarmány-piac kilátásai az EU-ban, különös tekintettel Magyarország fehérjeigényének kielégítésére. *Gazdálkodás*. 5: 401–421.
- Porra, R. J.–Thompson, W. A.–Kriedemann, P. (1989): Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochimica Et Biophysica Acta-bioenergetics*. 384–394.
- Radics L. (2007): Szántóföldi növénytermesztés. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 259.
- Rao, A. V.–Honglei, S. (2002): Effect of low dose lycopene intake of lycopene bioavailability and oxidative stress. *Nutrition Research*. 10: 1125–1131.
- Varga Á. (2014): Levélfehérje koncentrátum előállítás MWC technológiára alapozva alternatív növényfajok esetében. *Szakdolgozat*. Debrecen. 49.
- Varner, J. E.–Lin, L. S. (1989): Plant cell wall architecture. *Cell*. 56: 231–239.
- Williams, C. (1953): Kwashiorkor: A nutritional disease of children associated with a maize diet. *Lancet*. 226: 1151–1152.

