

A ZÖLD FEHÉRJEMALOM TUDOMÁNYOS MEGALAPOZÁSA ÉS LEHETSÉGES SZEREPE A FEHÉRJEGAZDÁLKODÁSBAN

FÁRI MIKLÓS GÁBOR

ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányunk első részében a hazai fehérjep probléma első időszakának főbb ismereteit foglaljuk össze az MTA-n 1965-ben tartott konferencia elemzésével. Megállapítottuk, hogy a fehérjekérdésben az elődök a komplex, országos szintű tudományos kutatás szükségességét tartották szükségesnek. Kiemelték azt is, hogy e nélkül a növekvő fehérjehordozó import kiváltása nem, vagy csak nehezen érhető el. Felhívták a figyelmet a szójanemesítés és termesztési technológia fejlesztése mellett a levélfehérje-kutatás jövőbeni lehetőségére is. Tanulmányunk következő részében a levélfehérje-koncentrátum előállítás (LPC) régi és új tudományos kérdéseivel foglalkozunk. Bemutatjuk az angol úttörő, *Norman W Pirie* munkásságát, valamint a biotechnológia úttörő, magyar *Erekly Károly* elfelejtett zöldtakarmány-fehérje koncentrációs kísérleteit. Összehasonlító tudománytörténeti elemzés segítségével kimutattuk, hogy a jövőben vélhetően szükség lesz a két módszer kombinált alkalmazására. Szükség van továbbá a melléktermékek teljeskörű feldolgozását elősegítő új bioipari kutatásokra. A tanulmány végén összefoglaljuk a jelenleg Magyarországon folyó PROTEOMILL Zöld fehérjemalom kutatási program jelentőségét, és az új Tedeji demonstrációs üzemtől várt legfontosabb eredményeket.

SUMMARY

Fári, M. G.: DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC BASIS OF GREEN PROTEINMILL CONCEPT AND ITS POSSIBLE INFLUENCE ON PROTEIN ECONOMY

In the first part of our study, we briefly summarize the main findings of the first national conference organized about the protein problem by the Hungarian Academy of Science in 1965. We have found that the predecessors in the protein question considered the necessity of a complex, nationwide scientific research. It has also been emphasized that without this, the replacement of importing protein carrier is not possible, or it seems to be very difficult to realize. Attention was also drawn to the development of the soybean variety breeding and cultivation technology and the promising future of the leaf protein research. In the next part of our study, we discuss old and new scientific issues of the leaf protein concentrate production (LPC). We present here the work of the famous English pioneer, *Norman W Pirie* and the works of the forgotten green fodder protein concentrations efforts carried out by the biotech pioneer, Hungarian *Károly Erekly*. Using a comparative historical analysis method, we have shown that in the future it will be necessary to combine the two methods / processes in the future. There is also a need for new bio-industry research activity in our country to facilitate the full processing of by-products. At the end of this study, we summarize the importance of the current PROTEOMILL Green Protein-Mill Research program started recently in Hungary and we presented some of the most important results expected from the new demonstration plant, which is in the construction phase in Tedej.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az első világháború alatt és az azt követő évtizedekben a főleg patkányokkal, majd gazdasági állatokkal folytatott kiterjedt állatélettani és takarmányozási kísérletek, valamint a humán élettani és táplálkozástudományi kutatások nyomán mintegy száz éve tudunk az aminosavak és a vitaminok élettani jelentőségéről. A fehérjékről, mint nemzetgazdasági jelentőségű tényezőről a múlt század húszas éveitől beszélhetünk az élettudományi ismeretek előtérbe kerülését követően. Az állattenyésztés számára nélkülözhetetlen üzemi fehérjetermelést és takarmányozást a *fehérjegyazdálkodás* foglalja keretbe.

Globális fehérjeprobléma, lokális fehérjegyazdálkodás és a fehérjeprogramok

Hazánkban a fehérjekérdés és fehérjegyazdálkodás ismereteit - országos szinten - elsőként az MTA 1965. április 22-én, az Agrár-, Biológiai- és Orvostudományi Osztálya együttes ülésen tárgyalta (Benyó és mtsai, 1965). Láng Géza akadémikus bevezető előadását az alábbi mondatokkal kezdte (Láng, 1965):

„Az emberi fehérjeszükséglet megtermelése alapvetően a mezőgazdaság feladata. A hazai lakosság, még inkább Földünk lakosságának táplálkozásában a fehérje mennyiségében és biológiai értékében mutatkozik a legnagyobb hiány. Az értékes fehérjében gazdag tápláléktermelés csak nehezen tud lépést tartani az emberiség szaporodásával, ugyanakkor a meglevő hiányok kiküszöbölésére a mainál lényegesebben több fehérjére lenne szükség. A világ mezőgazdaságára hárul elsősorban ennek, az emberiség jövő fejlődése szempontjából alapvető feladatnak a megoldása.”

Történeti tény, hogy ezen a konferencián áttekintett tudományos elvek és gyakorlati igények alapozták meg az első, az OMFB által később koordinált ambíciózus terveket, ugyancsak nemzeti és nemzetközi horizontok alapján. 1975-ben Kralovánszky U. Pál a terület jelentőségét a következő szavakkal jellemezte:

„Az emberiség égető problémái között a táplálkozás kérdése minden történelmi korban elsődleges fontosságú. Nem kisebb feladatról volt és van szó, mint arról, hogy a világ minden részén kellő mennyiségű és - újabban egyre erőteljesebb igényekkel jelentkezően - jó minőségű élelem álljon rendelkezésünkre. Nemzetközi vonatkozásban úgy tűnik, hogy mind ez ideig e cél elérése vágyalom volt. Sőt az éhség megszüntetésére irányuló, 1963-ban megindított Világélelmezési Program (amely megindítása óta 178 nagyobb élelmezési segélyprogramot bonyolított le) további kibontakoztatása és jövője még a XX. század utolsó negyedében is megreked egy nagy nemzetközi összefogás hiányában. Az ENSZ szervezésében 1974 végén Rómában megrendezett Világélelmezési Konferencián részt vevő országok képviselőinek „nem sikerült megállapodni a helyzet jövőbeni megjavításához szükséges nemzetközi intézkedések irányelveiben sem, és a konferencia semmilyen biztosítékot nem adott az éhezőknek és a gyengén tápláltaknak arra, hogy a segítség időben úton van”. (Kralovánszky, 1975).

Láng professzor 1965-ben elhangzott előadásának utolsó mondata ugyancsak aktuális próféciaának tekinthető. A tudósok, politikusok és döntéshozók vállalára egyaránt nagy felelősség terhét helyező, jövőt fürkésző súlyos szavai a következők:

„Önellátóak azonban, különösen biológiailag értékes, fehérjét koncentráltan

tartalmazó takarmányban nem lehetünk, és azok növekvő importjával számolnunk kell” (Láng, 1965).

Mint tapasztaltuk, a mai állattenyésztők és növénytermesztők, sőt táplálkozási szakemberek fél évszázad elteltével is ezekkel a gondokkal, a globális fehérje-hiánnyal néznek szembe. A 2018-ban meghirdetett nemzeti takarmányfehérje program nyilvánosságra hozott célja éppen az, hogy Magyarország import takarmányfehérje-függőségét megszüntesse. Láng Géza jóslatára gondolva felmerülhet az a megkerülhetetlen szakmai kérdés, hogy vajon a tudomány ma rendelkezésünkre álló teljes eszköztárát kellő alapossággal és rendszerességgel megvizsgáltuk-e már? Az információ-robbanás és a biotechnológia korszakában, a negyedik ipari forradalom és az okos technológiák hajnalán erre a kérdésre az a válaszuk, hogy még nem. Tanulmányunk következő részében a fehérje-probléma megoldásának egyik lehetséges, ám napjainkban alig kutatott területével, a levélfehérje-koncentrátum előállítás tudományos kérdéseivel foglalkozunk. E vizsgálódáshoz ezúttal a szokásosnál nagyobb mélységű tudománytörténeti elemzés szükséges, azaz a levélfehérje terület tudományos megalapozottságát kell áttekintenünk.

Pirie-eljárás: levélfehérje-koncentrátum előállítása koagulálással

Nem kevésbé érdektelen annak a rövid bemutatása, hogy 1965-ben a szakemberek milyen tudományos kiutat láttak maguk előtt, és milyen megoldásokat javasoltak a fehérjegondok megoldására? Ezek sorában – többek között - két innovatív irányt jelöltek meg az előadók. Egyrészt a szójatermesztés fejlesztését, másrészt a levélfehérje-koncentrátum kutatást.

A hazai szójatermesztés fejlesztését, jövőjét, mint potenciális takarmány fehérjehordozó programot Láng Géza a következő szavakkal határozta meg:

„A szója fajtakérdésének megoldása, továbbá termesztési módszereink fejlesztése ennek a biológiaiilag értékes fehérjét tartalmazó növénynek a hazai gazdaságos termelését megalapozhatja.” (Láng, 1965).

Mint tudjuk, a hazai takarmányfehérje-program egyik legfontosabb tartópillére éppen ezt a területet kezeli kiemelten, amikor 100 ezer ha öntözött szójatermő területtel és 2,5 tonna /ha szójabab terméssel számol.

Az MTA-n 1965-ben elhangzott előadások között a Tihanyi Biológiai Kutatóállomás kutatója, Felföldy Lajos az egysejtű algák üzemi termesztésének lehetősége után a levélfehérjék jövőbeni szerepét a következő mondatokkal jellemezte:

„Másik lehetséges út, részben hagyományos, részben új mezőgazdasági termékek újszerű feldolgozása lenne. A mezőgazdaság jelenlegi gyakorlata a növénynek bizonyos részét: termését, magját, gyökerét, gumóját stb. takarítja be, a levelet pedig általában állattakarmányozásra és trágyázásra használja, holott a növény élettanilag legaktívabb szerve éppen a levél. Ma már félüzemi módszerek is ismertek a levélfehérje termesztésére [Pirie, 1961]. A patkány, csirke és disznótakarmányozási kísérletek szerint a megfelelően előállított és kezelt levélfehérje a halliszttal egyenlő értékű takarmány [Waterlow and Cruickshank, 1961; Duckworth és Woodham, 1961]. Az ilyen célú növénytermesztés szempontjából természetesen dús levélhozamú növények ideálisak. Hogy hazai körülményeink közt milyen fajok felelnek meg ennek a követelménynek, azt mezőgazdasági

1. kép A zöldlucerna nedves frakcionálásához N. W. Pirie által használt félüzemi berendezés (Pirie, 1961 nyomán)



Photograph 1. Pilot machine used by N. W. Pirie for wet fractionation of green alfalfa (after Pirie, 1961)

szakemberek, botanikusok és növényfiziológusok hivatottak eldönteni.”(Felföldi és Dénes, 1965)

Felföldy és Dénes (1965) idézett közleménye azt igazolja, hogy a korábban Nobel-díjra jelölt angol biokémikus, *Norman Wingate Pirie* által megkezdett levélfehérje-koncentrátum előállítását célzó úttörő munkássága, azaz az ún. *Pirie-eljárás* (Pirie, 1942a; Pirie, 1942b; Pirie, 1961) nem kerülte el a kor magyar szaktudósainak figyelmét. A Pirie-féle eljárás lényege, hogy első lépésben a nedves frakcionálás elvét követve a frissen betakarított zöld hajtásokból, levelekből - a rostok elkülönítése után - kapott zöldlé-frakció fehérjéinek egy részét különböző fizikai és/vagy kémiai eljárásokkal kicsapatják. Ezt követően ugyancsak többféle módszerrel ebből a zöldléből állítják elő a 45-50% nyersfehérje tartalmú szárított levélfehérje-koncentrátumot, az LPC-t (Leaf Protein Concentrate). Az LPC mellett további biológiailag értékes frakciók is keletkeznek, mint például a présrost és a koaguláció során keletkező ún. barnalé (Pirie, 1987).

A levélfehérje-koncentrátum tudományos ismeretek irodalma

A szakirodalomban a levélfehérje kutatások-fejlesztések intenzitását, időben történő kiterjedését a mai adatbázisok segítségével elég jól jellemezni lehet. Becslésünk szerint a levélfehérjével foglalkozó közlemények összes száma meghaladhatja a tízezret.

A „*Leaf Protein Concentrate*” szókapcsolatra angol nyelvű cikkek címében keresve, 1961 és 2015 közötti időszakban összesen 1 387 db közleményt találtunk a Google Scholar adatbázisban. Ennek megoszlása a következő volt: 1961 és

1. ábra Az LPC (Leaf Protein Concentrate) szókapcsolatot a címében tartalmazó angol nyelvű közlemények számának megoszlása 1961-1980 között (Google Scholar adatbázis alapján) (Fári és Popp, 2015 nyomán)

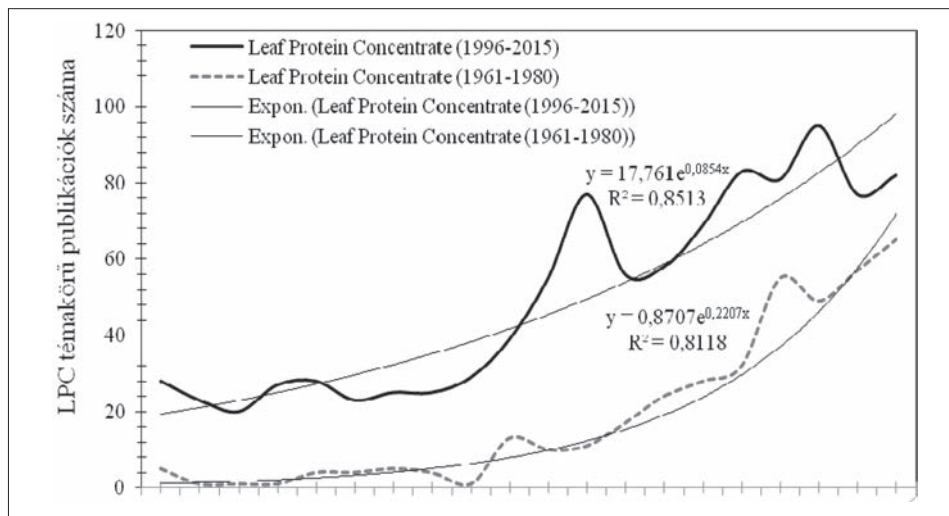


Figure 1. Distribution frequency of the number of LPC (Leaf Protein Concentrate) words in the title of English-language publications between 1961 and 1980 (Data compiled by the Google Scholar database) (after Fári and Popp, 2015)

2. ábra Az LPC (Leaf Protein Concentrate) szókapcsolatot a címében tartalmazó angol nyelvű közlemények számának megoszlása öt éves intervallumban 1920 és 2015 között (Google Scholar adatbázis alapján) (Fári és Popp, 2015 nyomán)

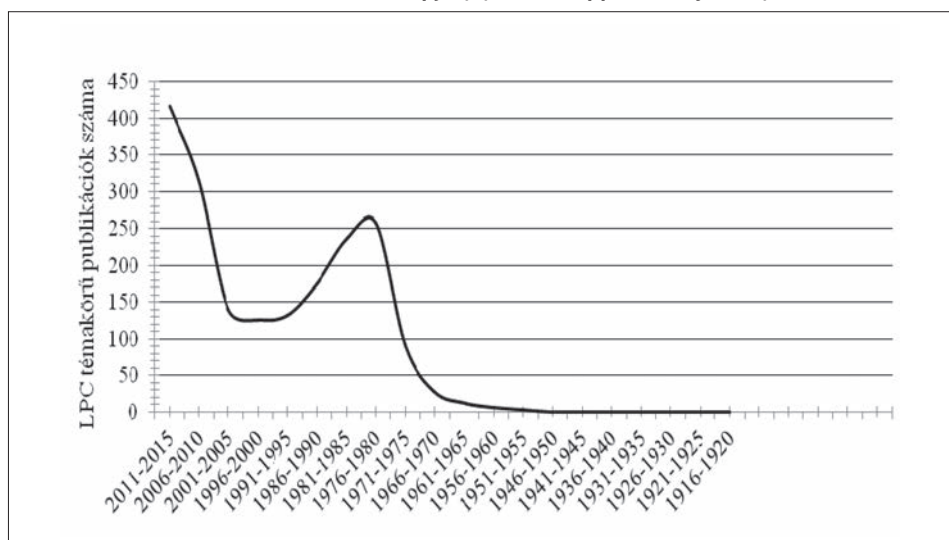


Figure 2. Distribution frequency of the number of LPC (Leaf Protein Concentrate) words in the title of English-language publications in five-years intervals between 1920 and 2015 (Data compiled by the Google Scholar database) After Fári and Popp, 2015)

1980 között 387 db közlemény címében szerepel az LPC, ugyanakkor 1996 és 2015 közötti időszakban már 1 000 db közlemény jelent meg az LPC szókapcsolattal (2. ábra). Adataink alapján az LPC témájú közlések kettős hullámgörbével jellemezhetők. Az ilyen témájú közlések száma 1970-1980 között exponenciálisan növekedett, ezzel szemben 1980 és 2000 között meredeken csökkent. Ugyanakkor a kezdeti lassú ütemű növekedés után a 2005-2015 közötti évtizedben ismét meredeken emelkedett az LPC témakörű publikációk száma (3. ábra). Ez utóbbi növekedés kétségtelenül a zöld biofinomító korszak kezdetét jelzi.

Jelen tanulmány terjedelme nem teszi lehetővé a sokszínű kutatás részletes felsorolását. Mindössze a legfontosabb közleményekre és szabadalmakra fordíthatunk figyelmet.

Goodall brit szabadalma a fűfélék zöld levének forgó hengerek közötti kipréselését célozta meg (Goodall, 1935). Az USA-ban Smith saláta préselt, szárított és szárított levéből állított elő takarmányfehérje koncentrátumot (Smith, 1937). 1938-ban Slade és Birkinshaw brit szabadalmat szereztek a zöld lé fehérjéinek 3,5-5,0 pH közötti precipitálása és az így kapott plazma elválasztása (Slade és Birkinshaw, 1938). 1941-ben Slade, Branscombe és Gount brit levélf fehérje koncentrátum eljárása proteolitikus enzimek alkalmazásával kombinálva nyert szabadalmat (Slade és mtsai, 1941; Slade és mtsai, 1945). Norman Wingate Pirie első két levélf fehérje témájú közleménye a levélf fehérje koncentrátum (LPC) kinyerésről és a táplálkozási célú felhasználásról készült (Pirie 1942a; Pirie, 1942b). Nagshski et al. (1946) szabadalma zöld lé előállítására vonatkozott, mikrobiális sejtfaelemésztés után és abból levélf fehérje koncentrátum kinyeréssel. Sullivan a II. Világháború alatt fűvekből állított elő levélf fehérje koncentrátumot (Sullivan, 1943; Sullivan, 1944). 1948-ban Miller szabadalma kitért a cellulózrostok értékére és hasznosítására is (Miller, 1948).

A gyarapodó kutatások eredményeinek köszönhetően a múlt század hatvanas éveitől a levelek kipréselt levében található fehérje, és fehérje-keverék kinyerése, úgy élelmiszeripari, mind takarmányipari szempontból számos új eljárást dolgoztak ki. Ilyen a hővel történő koagulálás, a savas precipitálás, a fehérje koaguláltatás erjesztéssel / fermentálással, polielektrolitok segítségével történő koaguláltatás, az ultraszűrés, és/vagy az előző módszerek kombinálása. Az ismertetett eljárások közös jellemzője volt, hogy nem folyamatos üzemben dolgoznak, a precipitátumot dekanter-centrifugálással különítik el, továbbá különböző olyan kémiai anyagot is alkalmaznak a kinyerés hatékonyságának fokozására, amelyek vagy szennyezők, és/vagy csak járulékos költséggel távolíthatók el.

Az utókor szemében a következő két évtized során a Budapesti Műszaki Egyetemen Holló János akadémikus és Koch Lehel főmunkatárs nevével fémjelzett levélf fehérje-koncentrátum kutatás (Holló és Kralovánszky, 2000) a magyar biotechnológia-történet egyik meghatározó jelentőségű mérföldköve lett. Ezt a folyamatot szabadalmak (Holló és mtsai, 1964), majd 1972-ben a világ első levélf fehérje-feldolgozó üzemének, a VEPEX-nek a létrehozása jellemezte. A VEPEX-eljárás nem épített lucernaszárító üzemre (Telek, 1983). A Holló János, Zagvyai István és Koch Lehel által elnyert, és a VEPEX-eljárás alapját képező US3637396 sz. szabadalom lényege, hogy egysejtfehérje előállítás segítségével hasznosította a kipréselt zöld lé koagulációja során visszamaradt barnalevet (Holló and Kralovánszky, 2000). A VEPEX-eljárást, és annak különböző módosított

változatait, a múlt század hetvenes-nyolcvanas éveiben Magyarországon kívül Angliában, Dániában és Új-Zélandon is alkalmazták (*Telek, 1979, Telek, 1983*).

Az USA-ban 1968-ban kifejlesztett ProXan módszer alapja ugyancsak a Pirie-eljárás továbbfejlesztésével született meg, az US Department of Agriculture Western Regional Laboratory (USDA) támogatásával. Az első félüzemi kísérletek 1976-ban kezdődtek el. Többféle fehérje-extrakciós módszert dolgoztak ki. A ProXan eljárással előállított protein-keverék 57% fehérjét, 9% zsírt, 100 mg/kg xantofillt és kisebb mennyiségben ásványi anyagokat, vitaminokat, karotinoidokat és izoflavonoidokat tartalmazott (*Kralovánszkyné, 1972*). A zöld lé préselését többlépéses mechanikai folyamattal érték el, amelynek során kémiai anyagokat (antioxidánsok, ammónia, stb.) is hozzáadtak. A ProXan technológia első, USA-n kívüli kereskedelmi alkalmazása Franciaországban történt. A France Luzerne a világ legnagyobb dehidratált lucerna termelője, és a levélfehérje koncentrátum egyik ipari előállítója és forgalmazója volt. A préselési eljárást később úgy módosították, hogy a visszamaradó szárított lucerna présrost nyersfehérje tartalma ne csökkenjen 15% alá. A szakaszos üzemelés, és a nagy energiaigény miatt azonban később az USA-ban beszüntették a termelést (*Kromus et al., 2004*).

Erekyl-eljárás: levélfehérje-koncentrátum előállítása szárítással és hordozókra vitellel

Pirie közleményeiben figyelemre méltó adatokat találunk arra vonatkozóan, hogy a kicsapatásos fehérjekoncentrátum-előállítás publikálását két évtizeddel megelőzve, - azonos gyakorlati törekvésekkel - egy magyar szakember, Erekyl Károly - egy másik úton indult el (*Pirie, 1961*). Erekyl Károly a „biotechnológia” fogalom és szó atyja, az első biotechnológia című könyv szerzője volt (*Bud, 1993; Fári és Kralovánszky, 2006*).

Pirie szerint az Erekyl-féle eljárás alapja a frissen betakarított zöld növényi részek, pl. levél és szár gépi úton történő pépesítése és annak közvetlen szárítása volt. Pirie szerint Erekyl eljárása jelentős külső vízbevitellel párosult, ezáltal nem bizonyult a gyakorlatban alkalmazhatónak (*Pirie, 1961*). Ezt az állítását későbbi publikációiban is változatlanul hagyta, ami azzal járt, hogy Erekyl úttörő jelentőségét félreismerve módszereit elfelejtette a nemzetközi szakirodalom. Ma már tudjuk, hogy Pirie tévedett, mégpedig jelentősen.

Hazai tudománytörténeti kutatások az elmúlt években meglepő új eredményre vezettek (*Fári és mtsai, 2014; Fári és Popp, 2015*). Egyrészt arra derítették fényt, hogy Pirie Erekyl 1926-os első angol szabadalma (1926d) nyomán alakította ki saját programját és mint a Nobel-díjas F. G. Hopkins tanítványa, elsőrangú biokémikus, ezért tért át a kutató laboratóriumokban alkalmazott fehérje kicsapatási eljárásra. Korabeli angol források összehasonlító elemzése alapján az is kiderült, hogy Pirie nem volt ismerete Erekyl későbbi angol és kanadai szabadalmáról, angol, német, és magyar nyelvű közleményeiről (*Erekyl, 1927b, Erekyl, 1927c, Erekyl 1928a, Erekyl, 1932, Erekyl 1933a, Erekyl 1933b, Ruttkay, 1934, Erekyl, 1938a*), eszközeiről és fejlesztéseiről. Külön megemlíthetjük, hogy Erekyl a Food Manufacture 2. kötetében megjelent levélfehérje és a táplálkozás jövőjéről írott angol nyelvű cikke (*Erekyl, 1927c*) is elkerülte Pirie figyelmét. A háború sújtotta éhező Angliában maga Pirie is közölt cikket, éppen ebben a témakörben és folyóiratban (*Pirie, 1941b*). Úgy

tűnik, hogy Pirinek nem volt tudomása a múlt század harmincas éveiben Ereky által kezdeményezett nemzeti és nemzetközi fehérjeprogramokról sem (Ruttkay, 1934, Ereky, 1938b), és egyéb zöldlucerna-koncentrátum kísérletekről sem (Fári és Popp, 2014; Fári és Popp, 2015).

Mai ismereteink alapján pontosan tudjuk, hogy a nedves frakcionálási eljárások első gépi változatát valójában Ereky Károly alkotta meg, Zöldmalom néven. E témáról 1925-ben egy értékes, sajnos azóta elfelejtett, könyvet is megjelentetett (Ereky, 1925). Ez Angliába, és éppen Cambridge-be is eljutott. Fény derült arra is, hogy Ereky kísérletei valójában már 1917 nyarán megkezdődtek a Nagytétényi Sertéshizlaldában. Megfelelő gép hiányában Ereky ekkor még egy nagy vasmozsárban törte szét és pépesítette a lucerna, vörös here és fűfélék zöld leveleit és szárát és végezte el az összetört friss és szárított péppel az első takarmányozási kísérleteket sertéssel, kacsával és szarvasmarhával. Ereky eredeti koncepciója szerint a Zöldmalom számos értékes zöld növényt dolgozhat fel, közöttük is a legfontosabb volt a mészben gazdag talajon termett, fiatalon, virágzás előtt lekaszált lucerna (Ereky, 1925; Ereky, 1928b). Ereky elsőként 1926-ban, a HU92680 sz. magyar szabadalomban ismertetett olyan eljárást zöldnövény-pép előállítására, mely lehetővé tette a növényi szövetek folyamatos üzemű, széttroncsolását, majd a rostos részek elválasztását a sejteket és sejtörmelékeket tartalmazó zöld létől, továbbá mindkét frakció különböző célú továbbfelhasználását, szárítását és keverését hordozóval (Ereky, 1926a). A lucerna és más növények zöld levét pépesítés után szűrve, - fehérje koagulálás és egyéb kémiai anyagok nélkül - közvetlen felhasználásra épülő, folyamatos működésű rendszer, kisebb gazdaságokban is alkalmazható új eszköz született. 1927-ben Ereky a Zöldmalom koncepciót és első zöldőrölő gépét fél évig tartó angliai tartózkodása során a szakmai nyilvánosság előtt bemutatta (Ereky, 1928b). Angliában a takarmányozási kísérleteket sertésekkel végezték. Az általa ott pépesítő gépével előállított fű zöldlő, a „fűtej” kémiai összetételét az ICI-hoz tartozó Messrs. Nitram Ltd. laboratóriumában megvizsgálták, az akkor általánosan elfogadott analitikai módszerekkel. Nagy szerencsénkre, Duckham (1928) közleményében a kortárs alaposságával pontosan megörökítette a Romseyben folytatott Ereky-féle kísérlet eredményét. Erre a dokumentumra csak a közelmúltan lettünk figyelmesek. A fűből kiperéselt zöldlő kémiai összetétele szárazanyagra számolva a következő volt: szárazanyag tartalom: 1,4% (100%); éteres kivonat: 0,054% (3,9%), nyersfehérje: 0,281% (20%), nitrogénmentes extraktum 0,791 (56,5%), hamutartalom: 0,274 (19,6%), rosttartalom: 0,00% (0,0%) (Ducham, 1928). Angliai eredményeit Ereky a következő mondatokkal jellemezte:

„Ez a gép rendkívüli módon érdekli az angolokat. Mikor a múlt év nyarán Angliában bemutattam az első nagy gépemet, akkor az ünnepélyes bemutatáson az angol kormány hivatalos szakértőjén kívül jelen voltak még az ausztráliai és kanadai kormány megbízottai is és az angol gazdasági szakemberek színe-java. Ezen bemutatás után hónapig tartó etetési kísérletek folytak, amelyek teljesen igazolták itthoni kísérleteim megbízhatóságát, amennyiben megállapítást nyert, pl. hogy a húsertéshizlalásnál egy kilogramm fiatal lucerna leve egyenértékű 2 kg lefölözött tej táphatásával. Ha a lucernapépet beszárítjuk vagy előzetesen szítaszöveten keresztül elválasztjuk a levét a sejtörmelékektől és azután szárítjuk be, mindkét esetben egy kemény, de 100%-ig emészthető olyan masszát kapunk belőle, amelyik versenyez az összes

erőtakarmányokkal. Ezt a masszát tetszőlegesen formálhatjuk, azonkívül tetszés szerint raktározhatjuk és a gabonához hasonlóan zsákolhatjuk és szállíthatjuk.” (Ereký, 1928b).

Ereký új megközelítését az akkori hivatalos angol szakemberek vagy éltették, vagy elvetették. Az Institute for the Study of Animal Nutrition (School of Agriculture, University of Cambridge) állomáson a H. E. Woodman által vezetett kutatócsoport például - Ereký nevének említése nélkül - a "kontinensen közel-múltban született új szabadalom" szükségességét kétségbe vonta, különösen a fiatalon lekaszált fű esetében (Woodman és mtsai, 1927). Ezzel az állítással egy másik vezető angol szaktekinély, A. N. Duckham a következő évben megjelent nagy tanulmányában vitába szállt (Duckham, 1928). Az Ereký-féle eljárás akkori ellentmondásos megítélésben az is közrejátszott, hogy Ereký első nagy,

2. ábra Az LPC (Leaf Protein Concentrate) szókapcsolatot a címében tartalmazó angol nyelvű közlemények számának megoszlása öt éves intervallumban 1920 és 2015 között (Google Scholar adatbázis alapján) (Fári és Popp, 2015 nyomán)

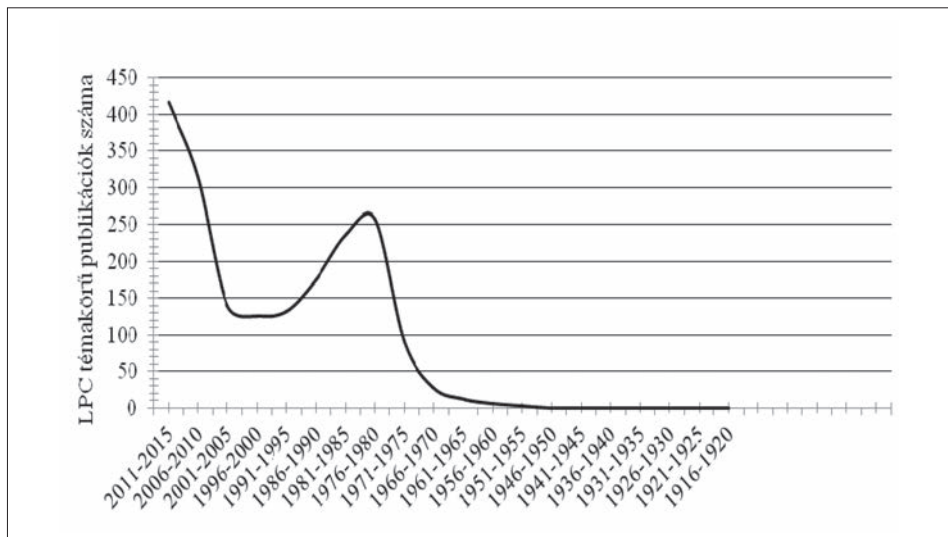


Figure 2. Distribution frequency of the number of LPC (Leaf Protein Concentrate) words in the title of English-language publications in five-year intervals between 1920 and 2015 (Data compiled by the Google Scholar database) After Fári and Popp, 2015)

Angliában kipróbált pépesítő gépe műszakilag nem volt még tökéletes; és a vízzel hígított beüzemelés után a visszaáramoltatott zöldlé szivattyúja gyakran eltömődött (Duckham, 1928). Azt azonban a hivatalos körök egyértelműen elismerték, hogy Ereký eljárása és gépe egy alapjaiban új, innovatív irányt szabhat meg a zöldtakartakarmány-fehérje koncentrálnálás előállítás kérdésnek és a termék iparszerű tartósításának (Duckham, 1928; Wattson, 1939). Ereký eljárását és gépét Anglián kívül Kanadában, Franciaországban és Ausztriában is szabadalmaztatta (Ereký, 1926a, 1926b, 1926c, 1926d, 1926e, 1927a, 1927b, 1928a, 1933a). Így szerzett tudomást a világ Ereký elképzeléséről, és vette kez-

2a., b. képek Az 1933-ban Ereky által alkalmazott eljárás reprodukálása és a termékek biokémiai analízise (Fári, 2016 nyomán)

A: Az Ereky-féle, 1933-ban előállított lucerna plazmakonzerv reprodukálása (nyersfehérje-tartalom 32%, karotin-tartalom 70 mg/kg, xantofill tartalom 300 mg/kg, szárazanyagban). B: Reprodukált Ereky-féle szárított nagyszemcsés lucernatészta lucernalé és búzaliszt kevert hordozón, 1933-ból (nyersfehérje-tartalom 27%, karotin-tartalom 170 mg/kg, xantofill tartalom 270 mg/kg, szárazanyagban)



A



B

Photograph 2a., b. Reproduction of the Ereky-process used in 1933 and biochemical analysis of its products (after Fári, 2016)

A: Reproduced alfalfa plasma-preserve obtained by Ereky in 1933 (crude protein: 32%, carotene: 70 mg/kg, xanthophyll: 300 mg/kg, all in dry material). B: Reproduced alfalfa green milk and wheat flour mix obtained by Ereky in 1933 (crude protein: 27%, carotene: 170 mg/kg, xanthophyll: 270 mg/kg, all in dry matter)

detét a zöld növények nedves frakcionálása iránti első nemzetközi érdeklődés. Továbbfejlesztett, tökéletesített nagyobb teljesítményű berendezéseivel (Ereky, 1932) Magyarországról szállított szárított lucerna koncentrátumával, a lucerna „plazmakonzervvel” sertés- és baromfi-takarmányozási kísérletek folytak, például Németországban (Ruttkay, 1934). A harmincas évek elején Magyaróvárott félüzemi (Bíró, 1934), Nagytétényben és uradalmakban pedig üzemi léptékű kísérletek folytak, kétféle teljesítményű, folyamatos üzemű, nedves frakcionálásra tökéletesített Ereky-féle Zöldmalommal. Nagytétényben fél évig tartó hizlalásról is van ismeretünk. Itt napi egy kilogramm nedves, szétroncsolt rostszerkezetű lucernapéppel kiegészített takarmánnyal 2000 db sertést hizlaltak fel. Ereky zöldőrő gépe napi öt órán át dolgozott, négy mázsa friss lucernát pépesített óránként (Ereky, 1932).

Erekyt politikai indokokkal 1945-ben letartóztattak és 1952-ben börtönben halt meg (Fári és mtsai, 2014). A további kísérletekben sem Ereky nevére, sem a felsorolt eredményeire a magyar források nem hivatkoztak. 1927-es brit szabádmára később egyedül Pirie hivatkozott.

Magyarországon a levélfehérjékkel kapcsolatos kísérletek Tangl Harald professzor vezetésével folytatódtak (Tangl, 1949). E közlemény részletes elemzése alapján bizonyossá vált, hogy Tangl a rostmentes lucerna koncentrátum - rostmentes lucernaliszt - előállítási és analitikai kísérleteket (2a. kép). Ereky

harmincas években tökéletesített eljárására alapozta, Ereky nevének említése nélkül (Tangl, 1949). Ebben a vélhetően nehéz döntésében bizonyára nem szakmai, hanem politikai okok játszhattak fő szerepet; Ereky ezekben az években már börtönben volt. Tangl egy további közleményében az analitikai vizsgálatok és a sertéstakarmányozási kísérletek ismét igazolták az Ereky-eljárás gyakorlati alkalmazhatóságát, valamint Ereky két évtizeddel korábbi angliai eredményeit, ugyancsak nevének említése nélkül (Tangl, 1955). Az utókor szemében nem kizárható az sem, hogy a rendkívül felkészült Tangl professzor két-három évtized elmúltával, korlátozott irodalomkutatási lehetőségekkel valóban nem tudott részleteket sem Ereky angliai és német takarmányozási eredményeiről, sem a többi közleményéről, szabadalmairól. Tangl a következő szavakkal fejezte be 1949-es dolgozatát, amit az Ereky-eljárás utólagos, de tényszerű, megalapozott tudományos igazolásának tekintünk:

„Különleges feldolgozó módszerünkkel tehát eddig elő nem állított, igen kiváló minőségű lucernaliszthez jutottunk, amellyel lehetővé válik, hogy a lucerna különleges értékeit sertéseknél és baromfiaknál hasznosítsuk...Ha fehérjetartalom tekintetében lucernalisztünk eléri a hallisztekét – s ehhez csupán a már említett megfelelő alapanyag szükséges – értékesebb lesz a halliszteknél, mert a kiváló biológiai értékű fehérjék mellett még számos egyéb nélkülözhetetlen anyagokat, köztük vitaminokat is tartalmaz.” (Tangl, 1949)

Az Ereky-féle pépesítési eljárás hazai utóéletéről érdemes feljegyeznünk azt is, hogy a múlt század hatvanas éveiben újrakezdték a zöldlucerna pépesítő gépek fejlesztését és a kutatást (Mentler, 1960). A takarmányozási kutatások kedvező eredményeire támaszkodva a módszert és a gépeket országosan bevezették, elsősorban a sertések nyári hizlalása során alkalmazták széles körben.

Az Ereky-Pirie-féle kapcsolt eljárás elve, a PROTEOMILL program a zöld biofinomítók technológiai háttere

A hazai állattenyésztés évente 70-90 milliárd Ft értékű szójadarát használ fel. Ennek 90%-ka importált, GMO szója, amelynek az ára az előrejelzések szerint magas szinten marad a következő évtizedekben (Popp és mtsai, 2015). *Paradigmaváltásnak tekintjük a magfehérjékre alapuló fehérjegazdaság mellett az Ereky Károly-féle levélfehérje kutatás folytatását és a zöld biomasszából kiinduló új, innovatív fehérje-extrakciós technológiák kidolgozását. E téren nemzetközi tudományos versenyfutás folyik (Kamm and Kamm, 2007; Mandl, 2010; Xiu and Shabhazi, 2015). Újabban további LPC kutatások kezdődtek például Dániában, Hollandiában, Németországban, Ausztriában, az USA-ban, a 21. századi zöld biofinomítók tudományos megalapozására.*

A megújult kutatásokat a biomassza hasznosítás körüli tudományos-technikai ismeretek új dimenziói indokolják. A mag nagy energiatartalmú molekulákat, zsírokat, olajokat és szénhidrátot tartalmaz. A szerkezeti fehérjék, enzimek stb. a működéshez szükségesek, így magas fehérjetartalma elsősorban az asszimiláló szerveknek van. A mai kor technológiai elvileg már lehetővé teszik az ilyen típusú fehérjeforrások hatékony kivonását; a magfehérjék alkalmazásának azonban komoly történelme és erre alapuló technológiai háttere is van. A váltás tehát nem könnyű. Ez felismerés vezette a Tedej Zrt által vezetett PROTEOMILL

konzorciumot a már 2001-ben elkezdett lucerna levélfehérje-koncentrátum kutatás folytatására, amely program szakmai vezetője jelen tanulmány szerzője volt (Fári, 2011; Fári, 2016).

Tudománytörténeti vizsgálódásaink eredményeként *ma már kijelenthetjük, hogy a fenti ismertetett két technológiát összevonva, Ereky-Pirie-féle kapcsolt technológiának, angolul „Ereky-Pirie-process”-nek nevezhetjük. Az üzleti megfontolások, a tudományos elgondolások szerint a biotechnológiai és a műszaki-technikai ismereteket ötvöző fehérjemalom égővünkön a szója alapú takarmányfehérje hordozó egyik alternatívája lehet.*

Az Ereky-Pirie-féle kapcsolt eljárásra alapozva a különböző zöld-biomassza frakciók kutatása, továbbá azokból új ipari hasznosítási technológiák kidolgozása képezi korunk egyik legfontosabb növénybiotechnológia-iparának, a *zöld biofinomító iparnak* a gerincét.

A szakmai pontosság kedvéért e helyütt is megismételjük azt a tényt, hogy Ereky a zöld biofinomító korszak úttörőjeként 1938. októberben megjelent német nyelvű közleményében (Ereky, 1938b), már nem csak tömegcikk, azaz például takarmány, vagy humán élelmi célú szárított zöld növénytej, zöld fehérjepor, zöld fehérjeliszt előállítását tűzte ki célul. Dörner Béla MÁV fővegyszettel együttműködve egy nagyobb hozzáadott értékű, innovatív új ipari terméket, az Olaszországban tejkazeinből nyert Lanitalhoz hasonló, de olcsó növényi eredetű protein szálat kívánt kísérletileg létrehozni. Ereky terve laboratóriumi léptékben 1938 nyarán sikerrel járt. Az eperfalevelek nagy fehérjetartalmú zöld présnedvéből, - a Ford-laboratóriummal egyidőben – Budapesten Dörner Béla és Ereky Károly gombolyították le az első növényi fehérjeszálat (Ereky, 1938b). Az eljárás első lépése nyilván a fehérjék fizikai, vagy kémiai kicsapása volt, hasonlóan a későbbi Pirie-féle eljáráshoz. Az eperlevél fehérje-precipitátum zsírmentesítése és oldatba vitele lehetett már ekkor is a szálhúzást megelőző folyamat lényege, hasonlóan az állati eredetű olasz Lanitalhoz. El kell ismernünk, hogy ezek az úttörő jellegű, azóta elfelejtett, kísérletek egy olcsón előállítható mezőgazdasági forrásokra épülő modern, korunkban kibontakozó új bioipar megalapozását célozták meg.

Úgy gondoljuk, hogy éppen Ereky fenti bioipari elgondolása lesz a jövő zöld biofinomítója témakörben az a terület, amely az új levélfehérje-programok gyakorlati versenyképességét hivatottak megalapozni. Mégpedig kétféle elv alapján, akár külön-külön, akár kapcsolt módon, az alábbiak szerint:

- A Pirie-féle eljárás alkalmazásával megcélzott főtermék a biológiailag értékes, a szójával azonos aminosav-összetételű 50% körüli nyersfehérje tartalmú koncentrátum, továbbá nagy hozzáadott értékű, költséghatékony zöld biofinomító elvei szerint új, piacképes termékek előállítása a melléktermékekből, így a présrostokból és a barnaléből.

- Az Ereky-féle eljárás alkalmazásával megcélozható egyik főtermék a biológiailag értékes, a szójával azonos, vagy kedvezőbb aminosav összetételű, 30-50% között nyersfehérje tartalmú, hordozóra vitt koncentrátum és további nagy hozzáadott értékű, költséghatékony módon a zöld biofinomító elvei szerint új, piacképes termékek előállítása a présrost frakcióból.

Tény, hogy a szója, mint eminens fehérjeforrás csak fokozatosan váltható ki lucerna koncentrátummal. Gazdasági, piaci elemzések azt sejtetik, hogy a lucerna koncentrátum közép- és hosszú távon versenyképes termék lehet a GMO-

technológiával előállított szójával. (Popp és mtsai, 2015) A folyamatot elősegíti, hogy egy minőségi piaci szegmensnek tekintett, egészségtudatos vásárlókat kiszolgáló termelők vertikum egyre inkább igényt tart a lucerna koncentrátumot fogyasztó állatok tejére, húsára (Bódi és Deme, 2018).

A PROTOMILL fehérjemalom program a feldolgozásból származó melléktermékekkel együtt hatással lehet az állattenyésztésre, a növénytermesztésre, az élelmiszeriparra és kapcsolódik a vegyiparhoz. A folyamatos üzemű új fehérje-extrakciós eljárásunk szabadalmi bejelentés alatt áll. E módszer segítségével a lucerna zöld biomasszájából 15-50% nyersfehérje tartalmú, a szójánál kedvezőbb aminosav összetételű takarmány adalékokat, koncentrátumokat lehet ipari lépésekben előállítani, kedvező költség-jövedelem arány mellett.

A négyéves futamidejű PROTEOMILL Zöld fehérjemalom program biotechnológiai kutatási feladatai egymásra épülnek, és egy ipari demonstrációs üzem jön létre Tedejen (Bódi és Deme, 2018). A kutatást vezető konzorciumi tag, a Tedej Zrt által a közelmúltban nyilvánosságra hozott adatok alapján ismerjük, hogy a jelenleg épülő üzem 500 hektár öntözött lucerna termesztésére van méretezve, napi 350-375 tonna, átlagosan 19% nyersfehérje tartalmú lucerna feldolgozási kapacitással. A tedeji LPC PROTEOMILL Zöld fehérjemalom naponta 15-16 tonna, átlagosan 50% nyersfehérje tartalmú levélfehérje-koncentrátumot és 60-65 tonna száraz, vagy 160-170 tonna nedves présrostot állít elő, 100 napos üzemmódban. Ez utóbbiból elsősorban jó minőségű erjesztett kérődzőtakarmány készül, saját felhasználásra. Az üzemben előállításra kerülő lucerna LPC szárazanyagra vetített táplálóanyag tartalmát a tervek szerint az alábbi adatok fogják jellemezni (Bódi és Deme, 2018) (1. táblázat):

1. táblázat

A PROTEOMILL Zöld fehérjemalomban előállításra kerülő lucerna LPC várt fontosabb beltartalmi mutatói (Bódi és Deme, 2018)

	Extrahált szójadara (1)	Lucerna levélfehérje koncentrátum (LPC) (2)
Nyersfehérje, g/kg (3)	460	535
Nyerszsír, g/kg (4)	20	113
Nyersrost, g/kg (5)	55	6
Ca, g/kg	3,4	16,9
P, g/kg	6,4	4,7
Lizin, % (6)	2,95	3,43

Table 1. Some biological indicators of the alfalfa LPC planned to produce by the PROTEOMILL Green Biorefinery demonstration factory (Bódi és Deme, 2018)

extracted soybean meal (1); alfalfa leaf protein concentrate (2); crude protein (3); crude fat (4); crude fibre (5); Lysine (6)

A projekt szűkebben vett tudományos kutatása 2017. augusztus 1-én, tíz kutatócsoport részvételével vette kezdetét (UNIDEB 19 fő; MTA-SZBK, 10 fő; NAIK-ÁTHK 1 fő; BME 2 fő), vázlatosan az alábbiak szerint:

- a talaj minősége, a vízellátás és az egyes fajták fehérjehozama közötti összefüggés szerepe;

- a növényi savóra és zsírsav-összetételre ható környezeti paraméterek kutatása;
- a hőmérsékleti és egyéb stressz, továbbá a növelt széndioxid- és a fény hatása a levélfehérjék képződésének dinamikájára és a folyamatos üzemű fehérje extrakcióra;
- a rostfrakció előállítás és lebontás hatékonysága és fajokénti hatása az ipari feldolgozásra;
- a fotoszintetikus aktivitás és a fehérjék mennyisége, minősége közötti összefüggés;
- a biológiai nitrifikációt fokozó lucerna oltási technológiák kutatása;
- új lucerna célfajták molekuláris nemesítéssel segített előállítás, szikes és savanyú területek bevonására;
- kedvezőbb sejtfal-összetételű, alacsonyabb lignin-tartalmú lucerna célfajták nemesítése;
- állatélettani kutatások;
- az üvegházi gáz kibocsátás mérlege és a lucerna C-N körforgalma.

A felsorolt kutatások hivatottak arra, hogy a PROTEOMILL Zöld fehérjemalom nemcsak egyik gazdaságosan termelő lucerna LPC előállító üzem követhető példája legyen. A 2021-ben lezáró PROTEOMILL program eredményeinek a teljeskörű gazdasági elemzésére a bekapcsolódó tudományos kutatók feladata lesz, amire felkészültek a szakemberek. Az új tudásra, részben nemzetközi szabadalmakra és know-how-kra építve remény lehet arra, hogy e programnak is köszönhetően az első magyar zöld biofinomító üzem is megszülethet, illetve megtehetjük az első gyakorlati lépéseket ebbe az irányba, Ereky Károly elfeledett programját a gyakorlatban megvalósítva. Ha ez a célt elérjük, akkor korunk egyik legfontosabb törekvésének, a fenntartható körforgásos mezőgazdaság kívánalmainak is megfelelhettünk.

Bízunk kell abban, hogy a most lefektetett zöld fehérje bifinomító gondolatok és egyéb, természettudományos és gyakorlati alapossággal kimunkált ipari fehérjetermelési megoldásokkal karöltve ötven év múlva a mindennapi élet részévé válnak. A fehérjekérdés, mint a világélelmelés elmúlt száz évének egyik legégetőbb szelete talán sikeresebb, és főleg a jelenleginél fenntarthatóbb jövő elé néz.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Jelen közlemény „A PROTEOMILL – lucerna alapú fehérjetermékeket és egyéb növényi termékeket előállító termelési és feldolgozási technológia, valamint mintaüzem kialakítása”, GINOP-2.2.1 kutatási program keretében készült. A program az Európai Regionális Fejlesztési Alapból és hazai központi költségvetési előirányzatból 1 281 071 286 Ft vissza nem térítendő támogatásban részesül.

IRODALOMJEGYZÉK

- Benyó I. - Egyed I. - Láng I.* (1965): A fehérjekutatás és a kutatási eredmények felhasználása Magyarországon. Magyar Tudomány – Az MTA Értesítője 72. 435-441.
- Bíró Gy.* (1934): A lucernaliszt készítése és jelentősége. Köztelek, 44. 209-213.
- Bódi L. - Deme A.* (2018): Veszteségből fehérjekoncentrátum. Magyar Mezőgazdaság, 21. 28-31.
- Bud, R.* (1989): History of "biotechnology". Nature, 337. 10.
- Duckham, A.N.* (1928): Grass and fodder crop conservation in transportable form. Memorandum. Agricultural Economics in the Empire. Report of a Committee Appointed by the Empire Marketing Board (EMB.r., March 1928), 8. 1-43.
- Duckworth, J. - Woodham, A. A.* (1961): Leaf protein concentrates. I.–effect of source of raw material and method of drying on protein value for chicks and rats. – J. Sci. Food, 12, 5-15.
- Ereký K.* (1925): A zöldtakarmálynálom és a nagy állólüzemek. Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Részvény-Társulat, Budapest, 83.
- Ereký K.* (1926a): Eljárás zöldnövény-pép előállítására és konzerválására. Magyar Szabadalom. Budapest, 92680. szám, 1930. 04. 15.
- Ereký, Ch.* (1926b): Procédé pour préparer et conserver de la pulpe d'herbages. Párizs. Patent No. 623150.
- Ereký, K.* (1926c): Verfahren zur Herstellung von Grünpflanzenbrei und Konservierung desselben. Bécs, Osztrák szabadalom, 118622. szám.
- Ereký, Ch.* (1926d): Process for the Manufacture and Preservation of Green Fodder Pulp or other Green Plant Pulp and of Dry Products made therefrom. London, Patent No. 270629.
- Ereký K.* (1927a): Gép főleg zöldnövénypép előállítására. E03869 számú Magyar szabadalom. Magyar Királyi Szabadalmi Bíróság, Régi magyar osztályozás: IV/e. Lajstromszám: 95006, 1927. 06. 08.
- Ereký, Ch.* (1927b): Improvements in Machines suitable for the manufacture of green fodder pulp. London, Patent, No. 291752.
- Ereký, Ch.* (1927c): New methods of preparing green vegetables for the table. Food Manufacture, 2, December 1927, 207.
- Ereký, Ch.* (1928a): Pulp manufacture (Production de pulpe). Canada Patent, No. 282415.
- Ereký K.* (1928b): A magyar mezőgazdaság rekonstrukciója. Különlenyomat, Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, 23.
- Ereký K.* (1932): A zöldmalom és a fehérjekérdés. Köztelek, 42. 614-615.
- Ereký K.* (1933a): Gép főleg zöldpép előállítására. Pótszabadalom a 95006. számú törzsszabadalomhoz. Budapest, 110347. szám, 1929. 12. 31.
- Ereký, K.* (1933b): Luzerneheumehl oder Luzernegriinbrei? Deutsche Landwirtschaftliche Presse, 60. 295-296.
- Ereký, K.* (1938a): Seidenbau als Grosbetrieb. Proteinfasern aus Maulbeerblättern. Melliand Textilberichte, 19 (10). 775-777.
- Ereký K.* (1938b): Az öntözés közgazdasági előkészítése. Közgazdasági Szemle, LXII. 700-719.
- Fári M. G. - Kralovánszky U. P.* (2006): The founding father of biotechnology: Károly (Karl) Ereký. Intern. J. Horticultural Sci., 12. 9-12.
- Fári M.* (2011): A zöld-biomassza értéknövelő hasznosítási lehetősége: a levélféherje-előállítás (Gondolatok a levélféherje-előállításról). Mag Évkönyv 2011 (Szerk.: Oláh I.). Szemelvények a 25 éves MAG c. mezőgazdasági és környezetgazdálkodási szakfolyóirat MAG Aranytoll-díjas szerzőitől, felkért szakíróitól. 72-76.
- Fári M.* (2016): Kralovánszky U. Pál emlékezete. In: Oláh I. szerk: A hazai levélféherje-kutatások újra indításának története. Mag Évkönyv 2016. 1-9.
- Fári M.G. - Kralovánszky U. P. - Popp J.* szerk. (2014): Biotechnológia anno 1917-1919 Ereký Károly víziója az élettudomány alkalmazásáról, Szaktudás Kiadóház, Budapest.

- Fári M.G. - Popp J. szerk. (2015):* Biotechnológia - anno 1920-1938 és ma. Ereky Károly programja a fehérjeprobléma megoldásáról és napjaink feladatai, Szaktudás Kiadóház, Budapest.
- Felföldy L. - Dénes G. (1961):* A fehérje-bázis biológiai problémáiról. Agrártudományi Közlemények 24. 251-264
- Goodall, C. (1935):* Improvements relating to the treatment of grass and other vegetable substances. British Patent, No. 457789.
- Holló J. - Zagyvai I. - Koch L. (1964):* Eljárás biológiailag teljesértékű, rostmentes zöldnövénykoncentrátum előállítására. Magyar Szabadalom, 153249 számú, 1968. 06. 15.
- Holló, J. - Kralóvánszky, U.P. (2000):* Biotechnology in Hungary. Adv. Biochem Eng. Biotechnol. 69. 151-73.
- Kamm, B. - Kamm, M. (2007):* International biorefinery systems. Pure and Applied Chemistry, 79. 1983-1997.
- Kralóvánszky, U. P. (1975):* A fehérjeprobléma. Ma újdonság, holnap gyakorlat. Mezőgazdasági Könyvkiadó, 58.
- Kralóvánszkykné Bócsa K. - Buglos J. (1972):* "Levélfehérje-koncentrátumok" előállításával kapcsolatos nyersanyag és felhasználási kísérletek nemzetközi áttekintése. MÉM Információs Központ.
- Kromus S. - Narodoslawsky M. - Koschuh W. (2002):* Green Biorefinery - Integrated use grass as the cornerstone of a sustainable cultural landscape use, Reports on Energy and Environ. Res., 18. 117-142.
- Kromus, S. - Wachter, B. - Koschuh, W. - Mandl, M. - Krotscheck, C. - Narodoslawsky M. (2004):* The Green Biorefinery Austria – development of an Integrated System for Green Biomass Utilization, Chemical and Biochemical Engineering Quarterly, 18. 7-12.
- Láng G. (1965):* A fehérje előállítása és felhasználása a magyar mezőgazdaságban. Agrártudományi Közlemények 24. 237-249.
- Mandl, M. G. (2010):* „Status of green biorefining in Europe.” Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 4. 268-274.
- Mentler L. (1960):* A pépesített zöldlucerna etetés hatása a fehér hússertés szopósmalacok és kocasüldők növekedésére. Állattenyésztés, 9. 161-170.
- Miller, H. (1948):* Method of processing alfalfa. US patent, No. 2 600 903.
- Naghski, J. - White, J. W. - Hoover, S. R. (1946):* Recovery of proteins from plant leaves and stems. US Patent, 2,543,049.
- Pirie, N. W. (1942a):* Some practical aspects of leaf protein manufacture. Food Manufacture. 17. 283-286.
- Pirie, N. W. (1942b):* The direct use of leaf protein in human nutrition. Chemistry and Industry (London) 61. 45-48.
- Pirie, N. W. (1987):* Leaf protein and its by-products in human and animal nutrition. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 224.
- Pirie, N.W. (1961a):* Progress in biochemical engineering broadens our choice of crop plants, Econ. Bot., 15. 302–310.
- Popp J. -, Fári M. - Antal G. - Harangi-Rákos M. (2015):* A fehérjetakarmány-piac kilátásai az EU-ban, különös tekintettel Magyarország fehérjeigényének kielégítésére. Gazdálkodás 59. 401-421.
- Ruttkey U. (1934):* A Magyar Alföld öntözése. Válasz a Képviselőházban 1934 május és június havában elhangzott felszólalásokra. Budapest, 23.
- Slade, R. E. - Birkinshaw, J. H. (1938):* Improvements in, or relating to the utilization of grass and other green crops. British Patent, No. 511525.
- Slade, R. E. - Branscombe, D. J. - Gount, W. E. (1941):* Improvement in or relating to the production of food from plant leaves. British Patent, No. 577172.
- Slade, R. E. - Branscombe, D. J. - McGowan, J. C. (1945):* Protein extraction. Chemistry & Industry, 194-197.
- Smith, H. A. (1937):* Process for the manufacture of a feed material from lettuce. US Patent 2,190,176.
- Sullivan, J. T. (1943):* Protein concentrates from grasses, Science 98. 363-364.

- Sullivan, J. T.* (1944): High-protein concentrate can be obtained from grass. *Food Industry*, 16. 186. 187, 245.
- Tangl H.* (1955): A takarmányok tartósítása a fehérje-ellátás szolgálatában. *Agrártudományi Közlemények*, 6. 308-326.
- Tangl H.* (1949): Kísérletek újabb nagyértékű lucernaliszt előállítására. *Agrártudomány* 1. 456-460.
- Telek, L.* (1979): Preparation of Leaf Protein Concentrates in Lowland Humid Tropics, in *Tropical Foods: Chemistry and Nutrition*. Eds. Inglett, G. E., Charalambous, G., New York: Academic Press, 2. 659-683.
- Telek, L.* (1983): Leaf protein extraction from tropical plants. In *Leaf protein extraction from tropical plants, Plants: the Potential for Extracting Protein Medicines and Other Useful Chemicals*, US Congress, Washington, DC, 78-125.
- Waterlow, J.C - Cruickshank, E. K.* (1961), Preliminary trials in refeeding malnourished infants with leaf protein concentrates., *Publ. 843, Nat. Acad. Sci. and Nat. Res. Council.*, 69.
- Watson, S. J.* (1939): The science and practice of conservation: Grass and forage crops. *The Fertiliser and Feeding Suff Journal*, London, I., 820.
- Xiu, S., Shahbazi, A.* (2015): Development of green biorefinery for biomass utilization: A review *Trends in Renewable Energy* 1. 4-15.

Érkezett: 2018 szeptember

A szerző címe: Fári M. G.

Mezőgazdasági Növénytan, Növényélettani
és Biotechnológiai Tanszék, Debreceni Egyetem MÉK

Author' address: Department of Agricultural Botany, Plant Physiology and
Biotechnology, Faculty of Agricultural and
Food Sciences and
Environment, Management, University of Debrecen
H-4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.
fari@agr.unideb.hu