

**DÍZELGÁZOLAJ KEVERŐKOMPONENSEK
ELŐÁLLÍTÁSA NEM HAGYOMÁNYOS
TRIGLICERID FORRÁSOKBÓL**

Készítette:
Solymosi Péter
okleveles vegyészmérnök

Készült
a Pannon Egyetem
Vegyészmérnöki Tudományok és Anyagtudományok Doktori Iskola
keretében

Témavezető:
Prof. Dr. habil. Hancsók Jenő
okl. vegyészmérnök, Eur. Ing., D.Sc.
egyetemi tanár

Pannon Egyetem
Mérnöki kar
Vegyészmérnöki- és Folyamatmérnöki intézet
MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék

Veszprém
2021

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Az elmúlt évtizedekben az Európai Unió törvényi szabályozásának következtében egyre nagyobb mértékben növekedett a megújuló eredetű motorhajtóanyagok bekeverési aránya és ezzel együtt azok felhasználása, és így gyártási kapacitása is. Fokozatosan nő a jelentősége a hulladék eredetű és nem hagyományos vagy fejlett technológiákkal előállított motorhajtóanyag keverő komponenseknek. Ezek mind környezetvédelmi, mind pedig nemzetgazdasági szempontból nagyon fontosak. A belsőégésű motorok fejlődésével (pl. turbófeltöltésű motorok jelentős térnyerése mind Diesel-, mind pedig Otto-motorok esetében, Diesel-motorok esetén a befecskendezési nyomás jelentős növekedése, kompresszió arány csökkenése) a motorhajtóanyagokkal szemben a gép gyártók egyre fokozódó minőségi követelményeket támasztanak (jó égési tulajdonságok, nagy energia tartalom, jó tárolási stabilitás, stb.). E követelmények kielégítésére, olyan dízelgázolaj-keverőkomponensek előállítása szükséges, amelyek szerkezetüknél és kémiai összetételüknél fogva teljesíteni tudják ezeket az elvárásokat. Ilyen komponensek a nagy hidrogéntartalmú, ezáltal jó égési tulajdonságú izoparaffinok. Az izoparaffinok előállításának egyik lehetősége a természetes/hulladék eredetű trigliceridek és/vagy zsírsavak speciális hidrokrakkolása, és azt követő izomerizációja.

Kutatási tevékenységem során célom volt, nem étkezési célú és hulladék eredetű triglicerid/zsírsav elegyek átalakítása izoparaffinokká két lépésben (speciális hidrokrakkolás és izomerizáció), továbbá az oxigéneltávolító lépés és az izomerizáló minőségjavítási lépés optimális műveleti paramétereinek meghatározása, majd az így kapott műveleti paraméter kombináció alkalmazhatóságának vizsgálata hosszútávú, kb. 1000 órás tartamkísérlet keretében. További célom volt az előállított biogázolaj elegyek fosszilis eredetű dízelgázolajba való bekeverhetőségének vizsgálata is, beleértve a keverési részarány növelési lehetőségének tanulmányozását folyásjavító (MDFI) adalék felhasználásával.

Továbbá célom volt a kapott kísérleti eredmények felhasználásával a javasolt biogázolaj gyártás ipari megvalósításának gazdaságossági vizsgálata, számítógépes szimulációs vizsgálatok (AVEVA PROII program csomag) alkalmazásával.

2. KÍSÉRLETI TEVÉKENYSÉG

Kísérleti tevékenységem során különböző alumínium-oxid, hordozós átmenetifém tartalmú katalizátorok speciális hidrokrakkolásra való alkalmazhatóságát vizsgáltam nagy erukasavtartalmú repceolaj és használt sütóolaj esetén. Az ennek során kedvezőnek talált katalitikus rendszerek (katalizátor, alapanyag, műveleti paraméter kombinációk) alkalmazhatóságát vizsgáltam kb. 1000 órás tartamkísérlet keretében is. Mind a használt sütóolajból, mind a nagy erukasavtartalmú repceolajból előállított normál-biogázolajok (n-BGO) kedvezőtlen hidegfolyási tulajdonságainak javítására izomerizálási kísérleteket végeztem (az izomerizáció során keletkező izoparaffinok fagyáspontja lényegesen kisebb, mint az azonos szénatomszámú normál-paraffinoké). Ennek keretében tanulmányoztam a saját fejlesztésű Pt-SAPO-11 katalizátor alkalmazhatóságát. Végül vizsgáltam az előállított biogázolaj fosszilis dízelgázolajba való bekeverhetőségét és a bekeverési részarány növelésének lehetőségét MDFI adalék felhasználásával.

A kísérleteket a MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék PIGNAT típusú ikerreaktor-rendszerén végeztem folyamatos üzemmódban. Ez a berendezés tartalmazza azokat a készülékeket és gépegységeket, amelyek az iparban egy hagyományos hidrogénező üzem reaktorkörében is megtalálhatóak. A reaktorból kilépő elegy gáz/folyadék elválasztása és a cseppfolyós termékek víztelenítése után a szerves fázist forráspont-tartományok szerint választottam szét benzin-, petróleum- és gázolaj frakciókra. A gázolajnál nehezebb frakció volt a maradék, ami az átalakulatlan és részben átalakult triglicerideket tartalmazta. A szerves termékek mennyiségi, minőségi és alkalmazástechnikai jellemzőinek megállapításához gázkromatográfiás módszert használtam, továbbá desztillációs vizsgálatokat, hidegoldali tulajdonságokat is meghatározó módszereket alkalmaztam.

3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

3.1. Megállapítottam, hogy nem szulfidált $\text{CoMo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ katalizátoron az oxigéneltávolítás jelentős részben HDO reakció úton játszódik le. Ennek magyarázata, hogy oxid állapotú $\text{CoMo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ katalizátor esetén nem alakulnak ki olyan mértékben elektrofil helyek, mint szulfid állapotú katalizátor esetén. Ezért kisebb az átmeneti komplexben a kötésgyengülés. Így kisebb a lehetősége a C-C kötések felszakadásának, ezáltal a dekarbonilező és dekarboxilező reakciók lejátszódásának is.

3.2. Kimutattam, hogy nem szulfid állapotú $\text{CoMo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ katalizátor esetén a nagyobb szénatomszámú oldalláncból keletkezett köztitermékek esetén az oxigén eltávolítás nagyobb mértékben játszódik le HDO reakció úton. Ennek oka, hogy nem szulfid állapotú $\text{CoMo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ katalizátor esetén nem alakulnak ki olyan mértékben elektrofil helyek, mint szulfidált állapotú katalizátor esetén. Így a felülethez kapcsolódó karbonsavak és alkoholok esetén az oxigénatomtól számított α és β helyzetű szénatom között nem lép fel olyan erős kötésgyengülés, ezért kisebb az esélye a dekarboxilező vagy dekarbonilező reakciók lejátszódásának.

3.3. Bizonyítottam, hogy adott katalitikus rendszerben az oxigéntartalmú köztitermékek oxigéneltávolítása már kis konverzió esetén is a katalitikus rendszer által meghatározott reakció úton játszódik le mind szulfid állapotú, mind pedig oxid állapotú katalizátorok esetén. Ennek magyarázata, hogy a trigliceridek hidrokrakkolásával keletkezett oxigéntartalmú köztitermékek (karbonsavak, aldehidek, alkoholok) oxigéneltávolító reakcióútjainak arányát egyértelműen a katalitikus rendszer határozza meg.

3.4.Megállapítottam, hogy nagy erukasavtartalmú repceolaj szulfid állapotú $\text{NiMo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ katalizátoron való átalakítása során a HDO reakciók részaránya 360°C -on a legnagyobb. Ennek magyarázata két okra vezethető vissza: egyrészt a hőmérséklet növekedésével a katalizátor C-C kötés krakkoló aktivitása a zsírsavak glicerín vázról történő leszakítása során növekedett, másrészt pedig a nagy szénatomszámú zsírsavak (C_{20} - C_{22}) nagyobb reakció képessége miatt ez a hatás kihangsúlyozottabb volt.

3.5.Kimutattam, hogy a HDO reakciók részaránya a nyomás növekedésével szignifikánsan nagyobb lett. Ennek magyarázata, hogy nyomás növelés hatására nagyobb lett a folyadék fázisban oldott hidrogén mennyisége.

3.6.Megállapítottam, hogy nagy erukasav tartalmú repceolaj esetén a hidrogén felhasználás kisebb volt, mint használt sütóolaj esetén azonos katalizátor és műveleti paraméterek esetén [nagy erukasavtartalmú repceolaj $268\text{Nm}^3/\text{m}^3$, használt sütóolaj $325\text{Nm}^3/\text{m}^3$ ($\text{NiMo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ /szulfid, 360°C , 40bar, 1.0h^{-1})]. Ennek magyarázata, hogy nagy erukasavtartalmú repceolaj esetén a kettőskötések száma molekula tömegre vonatkoztatva kisebb.

3.7.Igazoltam, hogy mind $\text{CoMo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ mind pedig $\text{NiMo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ katalizátor esetén a trigliceridek oxigéneltávolítása során az optimális műveleti paraméterek mellett a keletkezett normál- és izoparaffinok nem krakkolódtak nagy mennyiségben kisebb szénatom számú szénhidrogénekké. Ennek oka a katalizátorok hidrogénező és krakkoló aktivitása közötti megfelelő egyensúly.

3.8.Megállapítottam, hogy Pt-SAPO-11 katalizátor alkalmazásakor a nagy erukasavtartalmú repceolajból előállított biogázolaj (n-BGO) minőségjavítása esetén nagyobb volt az izoparaffin hozam, mint hagyományos források esetén. Ennek magyarázata, hogy a szénhidrogének izomerizációs aktivitása a szénatomszám növekedésével növekszik.

3.9. Kimutattam, hogy a hidrogén / szénhidrogén arány, kedvező értéke $400 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$ körüli. Ennek az értéknek a környezetében az izo-paraffin hozam kellően magas és a katalizátor koksizálódása még elkerülhető, mind használt sütóolaj mind pedig nagy erukasavtartalmú repceolaj esetén, ami pedig fontos a katalizátor teljesítőképességének megóvása és a termékminőség szempontjából.

3.10. Igazoltam, hogy az EN:590 szabványban előírt -20°C CFPP érték teljesítéséhez az izomerizált biogázolajnak (iBGO) legalább 85% izoparaffin tartalomnak kell lennie. (A százalékos érték szénatomszám függő.) Ez csak nagy erukasavtartalmú repceolajból előállított biogázolaj esetén volt megvalósítható. Ennek magyarázata, hogy a nagy erukasavtartalmú repceolajból előállított biogázolaj (nBGO) főként C_{20} - C_{22} paraffinokat tartalmazott. Ezek vázátrendeződése többszörösen elágazó izoparaffinokká és részben krakkolódása kisebb szénatomszámú cseppfolyós szénhidrogénekké könnyebben megy végbe, mint a kisebb szénatomszámú (C_{16} - C_{18}) paraffinoké. [Ez utóbbi a használt sütóolajból előállított biogázolajra jellemző szénatomszám.]

3.11. Megállapítottam, hogy a nagy erukasavtartalmú repceolaj esetén -azonos műveleti paraméterek mellett- a kapott biogázolaj (iBGO) mind egyszeresen, mind pedig többszörösen elágazó izoparaffin tartalma nagyobb volt, mind a használt sütóolajból nyertté. Ennek magyarázata, hogy a nagyobb szénatomszámú paraffinoknak a vázátrendeződése könnyebben megy végbe.

3.12. Megállapítottam, hogy nagy erukasavtartalmú repceolajból előállított biogázolaj (iBGO) és fosszilis eredetű dízelgázolaj elegy MDFI adalék hatására nagyobb CFPP csökkenést mutatott, mint csak az utóbbi önmagában. Ennek magyarázata, hogy a többszörösen elágazó izoparaffinok az MDFI adalékkal szinergikus hatást fejtenek ki CFPP értékre. Többszörösen elágazó izoparaffinok kisebb kristályokat alkotnak, mint a normál-paraffinok.

3.13. Kimutattam, hogy izomerizációs minőségjavítás és MDFI adalék egyidejű alkalmazása esetén az izoparaffin tartalom bizonyos határok között változtatható, ami technológiai rugalmasságot biztosít. Ennek megfelelően az izomerizációs minőségjavítás szigorúsága és a felhasznált MDFI adalék mennyisége bizonyos határok között változtatható adott CFPP cél elérése érdekében.

4. AZ EREDMÉNYEK IPARI ALKALMAZHATÓSÁGA

A biogázolaj előállítás első lépése (a természetes eredetű trigliceridek oxigén eltávolítása) során a felhasználható alapanyag bázis szélesítésének lehetőségeiről kevés információt közöltek. Ezen kívül olyan alapanyag források alkalmazásáról, amelyek kisebb hidrogén felhasználás mellett alakíthatók át, például nagy erukasavtartalmú repceolaj, nem jelentek meg közlemények. Ezért ezek a kutatási eredmények nagy jelentőségűek mind ipari, mind pedig gazdasági szempontból. Ezen kívül a különböző természetes trigliceridek gázolaj forráspont-tartományú terméké történő katalitikus átalakításának második lépéséről, a bio-paraffinok izomerizálásáról kevés tapasztalat áll rendelkezésre. Különösen vonatkozik ez a különböző alapanyagokból előállított, és így eltérő szénatomszámú normál-bioparaffinoknak az izomerizáció során mutatott eltérő viselkedése, és a katalizátor izomerizáló aktivitását befolyásoló hatásaikra. Ezért minden egyes új kutatási eredmény, amely gazdaságosan alkalmazható ezen technológia során, illetőleg beépíthető a technológiába, nagy jelentőségű lehet.

A biogázolaj ipari méretű előállításával könnyen teljesíthető az Európai Unió által elvárt 10 e% 2020-ra. Ezen kívül az így előállított dízelgázolaj keverő komponensek kiváló alkalmazás-technikai tulajdonságokkal rendelkeznek.

A nagy erukasavtartalmú repceolajjal végzett kísérletek eredményei alapján bebizonyítottam, hogy ebből a speciális repce hibridből nyert növényolajból kisebb hidrogén felhasználás mellett állítható elő biogázolaj az első lépésben. A második lépésben végzett izomerizáló minőségjavítási kísérletek során igazoltam, hogy a nagyobb szénatomszámú (C_{20} - C_{22} , nagy erukasavtartalmú repceolajból előállított) paraffinok izomerizálódásának mértéke nagyobb (tehát könnyebben izomerizálódnak), mint kisebb (C_{16} - C_{18} , használt sütóolajból előállított) szénatomszámú paraffinoké.

Az így előállított biogázolaj kiváló alkalmazás technikai tulajdonságokkal rendelkezik; cetánszáma meghaladja a 65-75-öt (a szabvány által előírt 51 értéket), sűrűsége a szabvány által előírt tartomány alsó harmadában van (célirányos alapanyag kiválasztás esetén) az előállítás műveleti paramétereitől függően. Ez lehetőséget teremt a nagyobb sűrűségű és, kisebb cetánszámú kevésbé értékes gázolaj keverőkomponensekkel való együttes felhasználására is, ami jelentős nyereség forrása is lehet. Az izomerizáló minőségjavítási lépés műveleti paramétereinek változtatásával az elvárásoknak megfelelően változtatható a termék izoparaffin tartalma és ezzel CFPP értéke. Ezzel együtt MFDI adalékok felhasználása további variációs lehetőséget ad a végtermék hidegfolyási tulajdonságainak finomhangolására.

5. A DOKTORI DOLGOZAT TÉMAKÖRÉHEZ TARTOZÓ KÖZLEMÉNYEK

5.1.A PhD dolgozat alapját képező közlemények

Idegen nyelvű, külföldi folyóiratban megjelent közlemény:

- 5.1.1. Hancsók, J., Kasza, T., Kovács, S., **Solymosi, P.**, Holló, A.: „Production of bioparaffins by the catalytic hydrogenation of natural triglycerides”, Journal of Cleaner Production, 2012, 34, 76-81. (IF: 3,398)
- 5.1.2. **Solymosi, P.**, Eller, Z., Hancsók, J.: „Motor Fuel Purpose Hydrogenation of Used Cooking Oils”, Chemical Engineering Transactions, 2013, 35(2), 1351-1356.
- 5.1.3. **Solymosi, P.**, Varga, G., Hancsók, J.: „Investigation of Quality Improving of Waste Origin Bio-Paraffins”, Chemical Engineering Transactions”, 2014, 39(Part 2), 1387-1392.
- 5.1.4. Sági, D., **Solymosi, P.**, Holló, A., Varga, Z., Hancsók, J.: „Waste Polypropylene and Waste Cooking Oil As Feedstocks for an Alternative Component Containing Diesel Fuel Production”, Energy & Fuels, 2018, 32, 3519-3525. (IF: 3,021)

Idegen nyelvű, magyar folyóiratban megjelent közlemény:

- 5.1.5. **Solymosi, P.**, Varga, Z., Hancsók, J.: „Investigations of bio-gasoil production”, Hungarian Journal of Industrial Chemistry, 2013, Veszprém, Vol. 41(2) pp. 109–114.

Nemzetközi, idegen nyelvű konferencia előadás teljes szövegű megjelenéssel:

- 5.1.6. **Solymosi, P.**, Baladincz, P., Hancsók, J.: „Production of motor fuels by hydrogenation of seed rape oil with high euric acid content”, 19th EU Biomass Conference & Exhibition, Németország, Berlin, 2011. június 6-9., CD Proceedings, ISBN 978-88-89407-55-7, 2077-2081
- 5.1.7. **Solymosi, P.**, Kasza, T., Hancsók, J.: „Investigation of Fuel Purpose Hydrogenation of Unconventional Vegetable Oils”, 20th Biomass Conference and Exhibition, 2012. június 18-22., Milánó, Olaszország, (ISBN 978-88-89407-54-7), 1928-1932.
- 5.1.8. **Solymosi, P.**, Varga, G., Hancsók, J., Varga, Z., Holló, A.: „Investigation of Quality Improving of Bio-Paraffins Obtained from Various Sources”, 10th International Colloquium on Fuels, 2015, Technische Akademie Esslingen, Ostfildern (Germany), 2015. január 20-22., in Procceding [Bartz, W. J. (editor)] (ISBN 978-3-943563-16-0), 475-488.

5.2.A PhD dolgozat tématerületét érintő közlemények

Idegen nyelvű, hazai folyóiratban megjelent közlemény:

- 5.2.1. **Solymosi, P.**, Kasza, T., Hancsók, J.: „Investigation of conventional and high oleic acid content rapeseed or sunflower oils”, Hungarian Journal of Industrial Chemistry, 2011, 39(1), pp. 85-90
- 5.2.2. Gaál, L. Leveles L. **Solymosi P.**, „Summary of advanced biofuel production technologies”, MOL Group Professional Journal 2015 (2), pp 14-27.

Nemzetközi, idegen nyelvű konferencia előadás teljes szövegű megjelenéssel:

- 5.2.3. Hancsók, J., Kasza, T., Kovács, S., **Solymosi, P.**, Holló, A.: „Production of bioparaffins from natural triglycerides”, Chemical Engineering Transaction, 2011, 25, 821-826. (ISBN 978-88-95608-15-0)
- 5.2.4. Kasza, T., **Solymosi, P.**, Varga, Z., Wáhl Horváth, I., Hancsók, J.: „Investigation of isoparaffin rich alternative fuel production”, Chemical Engineering Transaction, 2011, 24, 1519-1524. (ISBN 978-88-95608-16-7)
- 5.2.5. Eller, Z., **Solymosi, P.**, Kasza, T., Varga, Z., Hancsók, J.: „Production of biocomponent containing jet fuels”, 2nd European Conference of Chemical Engineering (ECCE'11), 2011. december 10-12., Puerto de La Cruz, Tenerife, Spanyolország, Proceedings (ISBN 978-1-61804-057-2), 166-174.

Nemzetközi, idegen nyelvű konferencia előadás kivonatos megjelenéssel:

- 5.2.6. Hancsók, J., Kasza, T., Kovács, S., **Solymosi, P.**, Holló, A.: „Production of bioparaffins from natural triglycerides”, 14th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, Olaszország, Firenze, 2011. május 8-11., In CD Proceedings, 6 pp
- 5.2.7. Kasza, T., **Solymosi, P.**, Varga, Z., Wáhl Horváth, I., Hancsók, J.: „Investigation of isoparaffin rich alternative fuel production”, 10th International Conference on Chemical and Process Engineering, Olaszország, Firenze, 2011. május 8-11., In CD Proceedings, 6 pp
- 5.2.8. **Solymosi, P.**, Varga, Z., Hancsók, J.: "Motorfuel purpose hydrogenation of waste triglycerides", 46th International Conference on Petroleum Processing, Pozsony, 2013. június 7., CD Proceedings (ISBN: 978-80-969792-4-0) 10 pp.
- 5.2.9. **Solymosi, P.**, Eller, Z., Hancsók, J.: „Motor Fuel Purpose Hydrogenation of Used Cooking Oils”, in Proceedings of 16th Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, 2013 szeptember 29 - október 2., Rodosz, Görögország, In CD Proceedings, 7 pp
- 5.2.10. **Solymosi, P.**, Varga, G., Hancsók, J.: „Investigation of Quality Improving of Waste Origin Bio-Paraffins”, 17th Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction PRES 2014, Prague, Czech Republic, 23-27 August 2014, In CD Proceedings
- 5.2.11. **Solymosi, P.**, Tomasek, Sz., Holló, A., Hancsók, J.: „Advanced bio blending components for middle distillates”, 19th Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction PRES'16, Prague, Czech Republic, 28-31 August 2016, In CD Proceedings

- 5.2.12. Juzsakova, T., Rédey, Á., Kovács, J., Fráter, T., **Solymosi, P.**, Németh, J., Sebestyén, V., „Surface study for red mud for catalytic application”, 5th EuCheMs Chemistry Congress, Istanbul, Turkey, 31 August - 4 September, 2014, Book of abstract
- 5.2.13. Holló, A., **Solymosi, P.**, Hancsók, J.: „Modern bio-derived fuels of diesel engines”, XXII International conference on Chemical Reactors, CHEMREACTOR-22, London, United Kingdom, September 19-23, 2016, Abstracts, 124.
- 5.2.14. **Solymosi, P.**, Holló, A., Tóth, O., Sója, J., Hancsók, J.: „Bio-Blending Components for Middle Distillates”, 49th FUELS symposium 2016, Šibenik, Croatia, 19-21 October 2016, FUELS 2016 book of abstracts

Magyar nyelvű konferencia előadás teljes szövegű megjelenéssel:

- 5.2.15. **Solymosi, P.**, Ludányi, A., Hancsók, J.: „Biogázolaj előállításának vizsgálata nem étkezési célú növényolajból”, Műszaki Kémiai Napok 2011, Veszprém, 2011. április 27-29., Kiadvány (ISBN 978-615-5044-07-6), 33-39.
- 5.2.16. **Solymosi, P.**, Hancsók, J.: „Különböző eredetű trigliceridek motorhajtóanyag célú hidrogénezésének vizsgálata”, Műszaki Kémiai Napok, Veszprém, 2012. április 24-26., (ISBN 978-615-5044-54-0), 314-323.
- 5.2.17. **Solymosi, P.**, Eller, Z., Hancsók, J.: „Használt sütőolajok motorhajtóanyag célú hidrogénezésének vizsgálata”, Műszaki Kémiai Napok, Veszprém, 2013. április 23-25., (ISBN 978-615-5044-79-3), 160-169.
- 5.2.18. **Solymosi, P.**, Varga, G., Varga, Z., Hancsók, J.: „Gázolaj forrásponttartományú (C₁₇-C₂₂) bio-paraffinok minőség javítása”, Műszaki Kémiai Napok'14, Veszprém, 2014. május 14-16., Kiadvány, ISBN 978-963-396-010-3, 155-161.
- 5.2.19. **Solymosi, P.**, Hancsók, J.: „Gázolajok előállítása nem hagyományos triglicerid forrásokból”, Műszaki Kémiai Napok'14, Veszprém, 2014. május 14-16.,
- 5.2.20. Tóth, O., **Solymosi, P.**, Hancsók, J.: „Lepárlási gázolaj és hulladék poliolefin bontástermékének együttes minőségjavítása”, Műszaki Kémiai Napok 2015, Veszprém, 2015. április 21-23., Kiadvány, ISBN 978-963-396-072-1, 89-94.
- 5.2.21. **Solymosi, P.**, Valyon, J., Hancsók, J.: „Fejlett biomotorhajtóanyagok gyártása és felhasználása”, Műszaki Kémiai Napok 2016, Veszprém, 2016. április 26-28., Kiadvány, ISBN 978-963-396-087-5, 111-116.

6. TUDOMÁNYMETRIAI ADATOK

A PhD dolgozat alapját képező közlemények száma:	8
összesített hatástényező:	6,419
A PhD dolgozat tématerületét érintő egyéb közlemények száma:	21
Folyóiratcikkek:	7
- idegen nyelvű, külföldi folyóiratban megjelent lektorált közlemény:	4
- idegen nyelvű, hazai folyóiratban megjelent lektorált közlemény:	3
Konferencia kiadványokban megjelent közlemények:	22
- nemzetközi konferencia kiadványban megjelent idegen nyelvű közlemény:	6
- nemzetközi konferencia kiadványban megjelent kivonat:	9
- hazai konferencia kiadványban megjelent magyar nyelvű közlemény:	7
Összes közleményeinek száma:	29
Közlemények összes hatástényezője:	6,419
Független hivatkozások száma:	64
ebből SCI:	64

Veszprém, 2021. augusztus