

Moslavac T.¹, Antonija Perl Pirički¹, Benčić Đ.², Štefica Rusman¹

Znanstveni rad

Utjecaj vrste deguminacije na reološka svojstva sirovog suncokretovog ulja

Sažetak

Deguminacija ulja je postupak uklanjanja nepoželjnih negliceridnih sastojaka iz sirovog ulja kao što su fosfolipidi, lipoproteini, proteini i drugi spojevi koji uzrokuju visoke rafinacijske gubitke i umanjuju stabilnost ulja te utječu na senzorska svojstva ulja. Cilj ovog rada je istražiti utjecaj vrste deguminacije (vodena, kiselinso-vodena, elektrolitima) na reološka svojstva sirovog suncokretovog ulja dobivenog metodom prešanja te izračunavanje prinosa i gubitka ulja tijekom raznih vrsta deguminacije ulja. Istraživan je utjecaj postupka odvajanja nastalog fosfolipidnog taloga od degumiranog ulja (centrifugiranje, lijevak za odjeljivanje) na reološka svojstva ulja. Uspješnost deguminacije ulja praćena je određivanjem reoloških svojstava degumiranog ulja i kvalitativnim sadržajem fosfora u degumiranom ulju. Mjerenja reoloških svojstava degumiranog ulja provedena su rotacijskim viskozimetrom primjenom sustava koncentričnih cilindara pri temperaturi 23 °C. Reološki parametri određeni su primjenom Newtonovog zakona. Rezultati istraživanja pokazuju da su svi ispitivani sustavi imali Newtonovski karakter. Postupak degumiranja utječe na reološka svojstva ulja te na udio zaostalih fosfolipida u ulju. Deguminacijom sirovog ulja otopinom elektrolita (NaCl) postiže se veća efikasnost uklanjanja fosfolipida iz ulja (manja viskoznost ulja, manji udio zaostalog fosfora u ulju). Vodenom deguminacijom u sirovom suncokretovu ulju zaostaje veći udio fosfolipida jer se ne izdvajaju nehidratibilni fosfolipidi iz ulja. Odvajanjem taloga fosfolipida iz degumiranog ulja postupkom centrifugiranja postižu se bolji rezultati nego primjenom lievka za odjeljivanje tijekom 24 sata.

Gljučne riječi: sirovo suncokretovo ulje, deguminacija, organske kiseline, elektroliti, reološka svojstva

Uvod

Prerodom sjemenki uljarica prešanjem ili ekstrakcijom s organskim otapalom fosfolipidi kao negliceridni sastojci prelaze u sirovo ulje. Njihov udio u sirovom ulju ovisi o količini fosfolipida u sjemenkama, stupnju zrelosti, uvjetima čuvanja sjemena te o tehnološkim parametarima postupka izdvajanja ulja. Fosfolipidi su nepoželjni sastojci sirovog ulja te se moraju u što većem udjelu ukloniti iz ulja procesom deguminacije. Deguminacija je postupak tretiranja sirovog ulja vodom i slabim kiselinama kako bi se uklonili fosfolipidi, proteini, lipoproteini i druge hidrofilne gumaste „sluzave“ tvari iz sirovog ulja (Klaus, 2000.). Više je razloga zbog

kojih je izdvajanje fosfolipida važno: dobri su emulgatori pa povećavaju gubitke ulja tijekom kemijske rafinacije i kiselinske deguminacije, vezani s ionima metalima u sirovom ulju smanjuju oksidacijsku stabilnost ulja, razgradnjom uzrokuju promjenu boje (potamnjenje) u dezodoriziranom ulju (Hamm i Hamilton, 2000.). Princip procesa deguminacije temelji se na hidrataciji fosfolipida dodatkom 1-3% vode i izdvajanju nastalog fosfatidnog taloga (Ceci i sur., 2008.). Veći udio fosfolipida u sirovom ulju nalazi se u hidratibilnoj formi (90%) i može se ukloniti vodenom deguminacijom. Problem procesa deguminacije predstavljaju nehidratibilni fosfolipidi koji se moraju prvo prevesti u hidratibilni oblik da bi se zatim uspješno uklonili vodom iz ulja (Shahidi, 2005.). Promjena fosfolipida u hidratibilni oblik provodi se na razne načine, najčešće kiselinskom obradom (Sathivel i sur., 2003.). Do danas su provodeni razni pokušaji razvijanja postupaka uklanjanja nehidratibilnih fosfolipida iz sirovog ulja bez primjene kiselina (Nash i sur., 1984.; Brown, 1985.) te s EDTA (Choukri i sur., 2001.). Razvija se i postupak fizikalne rafinacije u kojem se deguminacija provodi primjenom vodenih otopina elektrolita (Nasirullah i Ramanatham, 2000., 2002.; Nasirullah, 2005.). Dobri rezultati deguminacije sirovog ulja ostvareni su enzimskom obradom (Jahani i sur., 2008.) i membranskim procesima primjenom različitih membrana (Souza i sur., 2008.). Uspješnost procesa deguminacije sirovih ulja prati se određivanjem zaostalog fosfora u degumiranom ulju primjenom analitičkih i instrumentalnih metoda (Carelli i sur., 1997.).

Cilj istraživanja ovog rada bio je ispitati utjecaj vrste deguminacije (vodena, kiselinsko-vodena, elektrolitima) na reološka svojstva sirovog degumiranog suncokretovog ulja. Provedena je deguminacija različitim postupcima da bi se što bolje uklonili hidratibilni i nehidratibilni fosfolipidi iz sirovog ulja. Istraživan je utjecaj postupka odvajanja nastalog fosfolipidnog taloga od degumiranog ulja (centrifugiranje, lijevak za odjeljivanje) na reološka svojstva ulja. Uspješnost različitih procesa deguminacije ulja praćena je određivanjem reoloških svojstava degumiranog ulja pri 23 °C i kvalitativnim određivanjem količine zaostalog fosfora u degumiranom ulju. Također je izračunat prinos i gubitak ulja nakon provedene deguminacije.

Materijal i metode

Istraživanja efikasnosti različitih postupaka deguminacije provedena su sa sirovim suncokretovim uljem dobivenim prešanjem uz primjenu kontinuirane pužne preše (IPK Tvornica ulja Čepin, R. Hrvatska).

Proces kiselinsko-vodene deguminacije proveden je dodatkom 75% i 30% vodene otopine fosforne kiseline (udjela 0,5% na masu ulja).

Deguminacija elektrolitima provedena je dodatkom 1% vodene otopine NaCl (udjela 2% na masu sirovog ulja).

Destilirana voda korištena je za provedbu vodene deguminacije suncokretovog ulja u određenom udjelu računato na masu sirovog ulja.

¹ doc. dr. sc. Tihomir Moslavac, prof. dr. sc. Antonija Perl Pirički, Štefica Rusman, studentica; Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

² prof. dr. sc. Dani Benčić, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Provedba vodene deguminacije

Proces vodene deguminacije proveden je tako da se sirovo suncokretovo ulje (500 g) u Erlenmayerovoj tikvici zagrijavalo na magnetskoj miješalici do temperature provedbe procesa - 70 °C. Kada je postignuta zadana temperatura procesa, pipetom se doziralo 2% destilirane vode (zagrijane na 70°C) računato na masu sirovog ulja, doziranje kap po kap uz lagano miješanje na magnetnoj miješalici (500 %/min.) te intenzivno miješanje 30 min. (1250 %/min.), pri konstantnoj temperaturi. Nakon procesa deguminacije uzorak ulja ohlađen je na sobnu temperaturu (23 °C) u vodenoj kupelji pomoću leda. Odvajanje nastalog taloga iz degumiranog ulja provedeno je postupkom centrifugiranja (4000 %/min., 15 min.), uz vaganje mase degumiranog ulja. Kod ispitivanja drugog načina odvajanja nastalog taloga iz degumiranog ulja postupak je proveden tako da je degumirano suncokretovo ulje preneseno u lijevak za odjeljivanje te ostavljeno pri sobnoj temperaturi 24 sata kako bi se u potpunosti istaložili fosfolipidi u obliku pahuljičastog taloga, što ukazuje na hidrataciju fosfolipida. Dobiveni talog se ispušta, a degumirano ulje prebaci u tikvicu te izvaže. Degumiranom ulju mjerena su reološka svojstva na viskozimetru te izračunat prinos i gubitak ulja.

Provedba kiselinso-vodene deguminacije

Kiselinso-vodena deguminacija provedena je s 250 g sirovog suncokretovog ulja zagrijanog (70 °C) na magnetnoj miješalici. Pri toj temperaturi procesa pipetom se doziralo kap po kap 0,5% otopine fosforne kiseline (koncentracije 75% ili 30%) računato na masu sirovog ulja u zagrijano ulje uz intenzivno miješanje 10 min. Nakon intenzivnog miješanja ulja dodaje se 5% zagrijane destilirane vode (70 °C) na masu ulja radi provedbe vodenog dijela deguminacije te blago miješanje 20 min. Dobiveno degumirano suncokretovo ulje s formiranim talogom ide na odvajanje taloga postupkom centrifugiranja (4000 %/min., 15 min.). Degumirano ulje prebaci se u tikvicu te izvaže radi izračunavanja prinosa i gubitka ulja. Taj postupak deguminacije provodi se na isti način, samo što se umjesto postupka centrifugiranja koristi odvajanje nastalog taloga u lijevku za odjeljivanje nakon 24 sata kako bi se uvidjela razlika efikasnosti primjenjivanih metoda odjeljivanja.

Provedba deguminacije elektrolitima

Deguminacija elektrolitima provedena je s 230 g vodom degumiranog suncokretovog ulja u Erlenmayerovoj tikvici. U degumirano ulje pri sobnoj temperaturi dodaje se 2% vodene otopine elektrolita računato na masu ulja (koncentracija otopine NaCl je 1%). Tada se provede zagrijavanje ulja na 70 °C, uz blago miješanje u trajanju 15 minuta. Dodatkom elektrolita dolazi do transformacije nehidratibilne forme fosfolipida u hidratibilnu formu koja se uklanja vodom. Nastali talog gumastih tvari odvaja se postupkom centrifugiranja (4000 %/min., 15 min.), a degumiranom ulju važe se masa radi izračuna prinosa i gubitka ulja. Taj postupak deguminacije elektrolitima ponavlja se i provodi na isti način, samo što se umjesto postupka centrifugiranja koristi odvajanje taloga u lijevku za odjeljivanje nakon 24 sata.

Mjerenje reoloških svojstava

Mjerenje reoloških svojstava dobivenog degumiranog sirovog suncokretovog ulja provedeno je na rotacijskom viskozimetru RHEOTEST 3 (WEB MLW, Njemačka), primjenom sustava koncentričnih cilindara. Reološka svojstva degumiranog ulja određena su mjerenjem ovisnosti smičnog naprezanja (τ) i brzine smicanja (D) pri sobnoj temperaturi 23 °C. Mjerenje ovisnosti τ/D provedeno je u području brzine smicanja od 11,16 s⁻¹ do 303,3 s⁻¹ (uzlazno) i 303,3 s⁻¹ do 11,16 s⁻¹ (povratno mjerenje). Za svaki uzorak degumiranog ulja provedena su dva mjerenja na viskozimetru. Na osnovi te ovisnosti utvrđeno je da su uzorci degumiranog suncokretovog ulja imali Newtonovska svojstva, na što ukazuje pravac koji prolazi kroz ishodište koordinatnog sustava. Koeficijent smjera toga pravca ili nagib pravca predstavlja vrijednost viskoziteta degumiranog suncokretovog ulja.

Viskoznost μ (Pa.s) Newtonovskih tekućina izračunata je primjenom izraza:

$$\mu = \tau / D$$

koji proizlazi iz Newtonovog zakona, gdje je:

τ - smično naprezanje (Pa); D- brzina smicanja (s⁻¹).

Kvalitativno određivanje fosfora

Metoda za brzo kvalitativno određivanje udjela fosfora u degumiranom suncokretovom ulju provedena je tako da se izvagalo 10 g sirovog ulja u Erlenmayer tikvicu od 250 mL i dodalo 10 mL etanola, 10 mL 13% KOH i 20 mL heksana. Tikvica s uljem se začepi i lagano miješa, kružnim pokretima 3 minute. Uzorak ulja se prebaci u menzuru od 50 mL te ostavi mirovati kako bi došlo do odvajanja slojeva. Nakon točno 15 minuta mirovanja potrebno je očitati na menzuri volumen (mL) nastalog srednjeg sloja. Za degumirano ulje možemo reći da je zadovoljavajuće na udio zaostalog fosfora u ulju ako formirani srednji sloj u menzuri, nakon 15 min., ima vrijednost volumena do 1 mL.

Prinos i gubitak ulja

Efikasnost primjene različitih postupaka deguminacije sirovog suncokretovog ulja praćena je i određivanjem prinosa te gubitka ulja nakon provedenog procesa.

Prinos ulja određivan je iz dobivene mase degumiranog ulja nakon odvajanja nastalog taloga i mase ulja prije početka procesa deguminacije.

Prinos ulja izračunava se primjenom jednadžbe:

$$\text{Prinos ulja (\%)} = (\text{masa degumiranog ulja (g)}/\text{masa polaznog ulja (g)}) \times 100$$

Za određivanje gubitka sirovog ulja tijekom procesa deguminacije, koji predstavlja razliku između mase polaznog i mase degumiranog ulja, korišten je izraz:

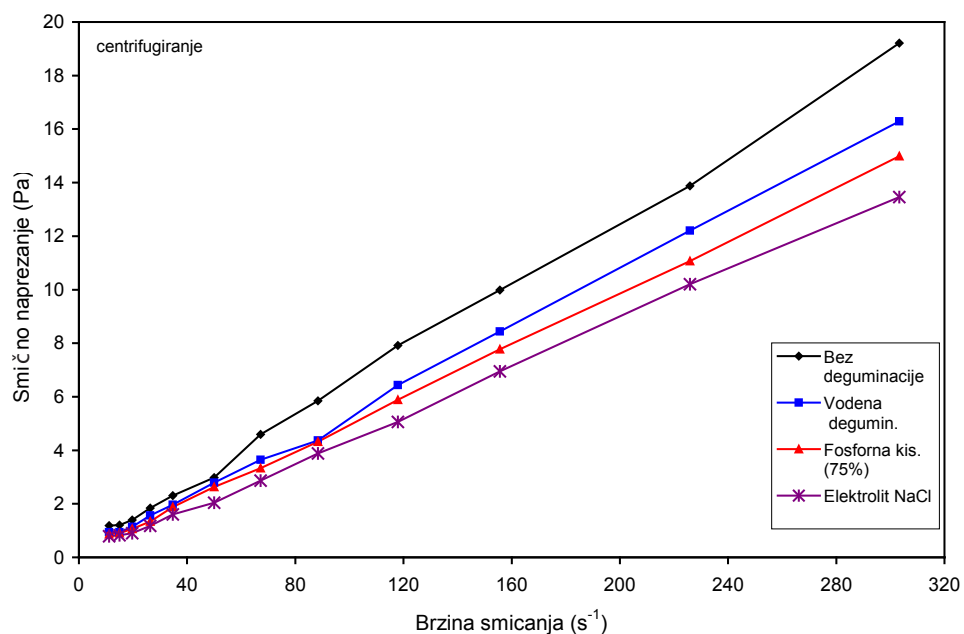
$$\text{Gubitak ulja (\%)} = 100 - \text{prinos degumiranog ulja (\%)}$$

Rezultati i rasprava

Vrsta deguminacije

Rezultati istraživanja utjecaja vrste degumancije (vodena, kiselinsko-vodena, elektrolitima) na reološka svojstva sirovog degumiranog suncokretovog ulja prikazani su u grafikonima 1 i 2 te u tablici 1.

Graf 1. Utjecaj vrste deguminacije na reološka svojstva degumiranog sirovog suncokretovog ulja, odvajanje taloga centrifugiranjem



Tablica 1. Reološki parametri i kvalitativni udio fosfora kod degumiranog sirovog suncokretovog ulja dobivenog raznim postupcima deguminacije

Vrsta deguminacije	τ (Pa)	μ (mPa.s)	Fosfor (mL)	τ (Pa)	μ (mPa.s)	Fosfor (mL)
	Centrifugiranje			Lijekav za odjeljivanje		
1. Sirovo suncokretovo ulje	19,21	63,34	24			
2. Vodena deguminacija	16,28	53,69	3	17,93	59,12	5
3. Kiselinsko-vodena (Fosforna kis.75%)	14,98	49,42	< 1	17,21	56,71	1,1

4. Kiselinsko-vodena (Fosforna kis. 30%)	15,55	51,27	1	17,61	58,06	1,5
5. Vodena deg. (centrif.) + deg. NaCl (centrif.)	13,45	44,37	< 1			
6. Vodena deg. (centrif.) + deg. NaCl (lijevak za odjeljivanje)				14,71	48,52	< 1

τ - smično naprezanje pri brzini smicanja 303,3 s⁻¹ (Pa)

μ - viskoznost pri brzini smicanja 303,3 s⁻¹ (mPa.s)

Fosfor - kvalitativni udio fosfora u sirovom degumiranom ulju (mL)

Iz grafikona 1 i 2 vidljivo je da se na temelju odnosa smičnog naprezanja i brzine smicanja pri temperaturi mjerenja 23 °C te položaja pravca može utvrditi da uzorci degumiranog ulja pripadaju Newtonovskom tipu tekućina jer dobiveni pravac prolazi kroz ishodište koordinatnog sustava. Nagib pravca ili koeficijent smjera pravca ukazuje na manju ili veću viskoznost degumiranog ulja. Sirovo suncokretovo ulje dobiveno metodom prešanja prije procesa deguminacije ima vrijednost smičnog naprezanja 19,21 (Pa) i vrijednost viskozi-teta 63,34 (mPa.s). Vrijednosti reoloških svojstava degumiranog ulja dobivenih postupkom deguminacije s vodenom otopinom elektrolita (1% NaCl) pri temperaturi procesa 70 °C, uz blago miješanje u trajanju 15 minuta i odvajanju nastalog taloga centrifugiranjem, pokazuju veću efikasnost procesa, dobije se degumirano ulje s manjim nagibom pravca (graf 1). Manji nagib pravca (koeficijent smjera pravca) predstavlja manju vrijednost smičnog naprezanja 13,45 (Pa) i viskoznost 44,37 (mPa.s) degumiranog ulja mjereno pri brzini smicanja 303,3 s⁻¹ te veću efikasnost uklanjanja fosfolipida iz sirovog ulja otopinom elektrolita NaCl (manji sadržaj fosfora) u odnosu na primjenu postupka deguminacije vodom i postupka kiselinsko-vodene deguminacije gdje su dobivene veće vrijednosti navedenih parametara (tablica 1). Moura i sur. (2005.) utvrdili su da smanjenje količine fosfolipida u sirovom sojinom ulju dovodi do smanjenja viskoznosti ulja. Otopina elektrolita učinkovito provodi transformaciju nehidratibilnih fosfolipida u hidratibilnu formu koji se tada uspješno uklanjaju hidratacijom vodom. Nasirllah (2005.) ukazuje na uspješnu deguminaciju sojinog, rižinog i ulja gorušice primjenom vodene otopine elektrolita pri čemu zaostaje manji udio fosfolipida u ulju u odnosu na primjenu kiselinsko-vodene deguminacije. Nehidratibilni fosfolipidi (kompleks Ca- i Mg- soli fosfatidne kiseline i fosfatidil etanola-mina) sadrže dvovalentne ione koji djelovanjem monovalentnih iona (K, Na) iz otopine elektrolita omogućavaju nastanak hidratibilne forme fosfolipida koja se lagano uklanja iz sirovog ulja. Kiselinsko-vodenom deguminacijom sirovog suncokretovog ulja s fosfornom kiselinom (75%) postignuta je također dobra uspješnost procesa jer je dobivena manja vrijednost količine zaostalog fosfora u degumiranom ulju (manje od 1 mL), što ukazuje na manji udio zaostalih fosfolipida u degumiranom ulju. Nehidratibilni fosfolipidi mogu se uspješno ukloniti iz sirovog ulja s koncentriranim kiselinama pri čemu dolazi do reakcije kiseline s metalnim solima fosfatidne kiseline te do njihovog taloženja u ulju (Dijkstra,

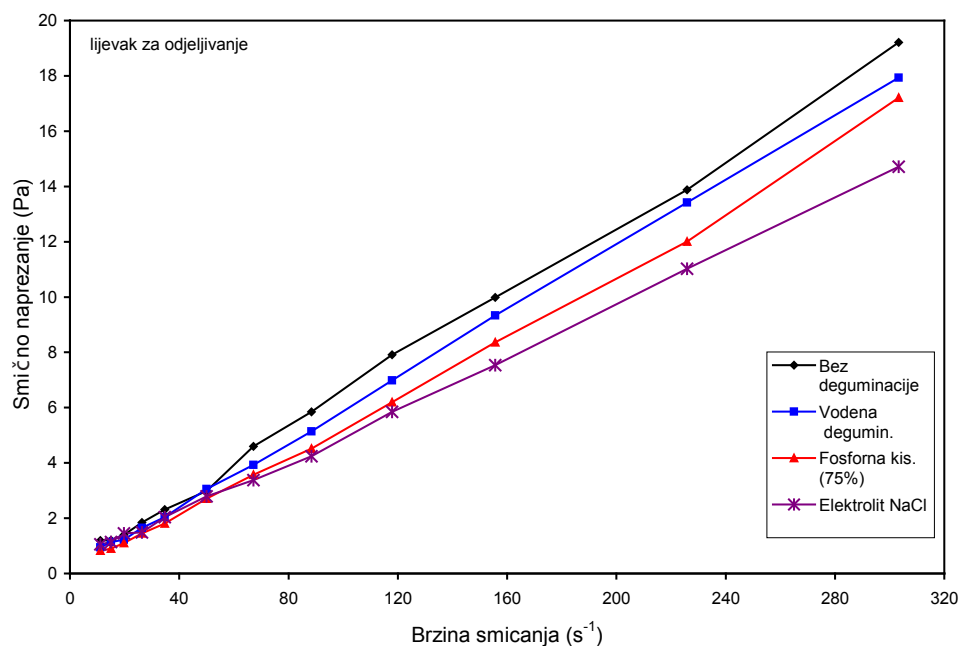
1990.). Pan i sur. (2001.) ukazuju na slične rezultate dobivene deguminacijom suncokretovog ulja s limunskom i fosforom kiselinom kod optimalnih temperatura procesa 60 °C i 70 °C, pri čemu se uklanja 70-77% fosfolipida iz ulja. Deguminacijom repičinog ulja s oksalnom i fosforom kiselinom ostvaruje se bolja efikasnost procesa pri temperaturi 90 °C (Ohlson i sur., 1976.). Ghosh (2007.) prezentira revijalni prikaz novijih trendova procesiranja rižinog ulja radi veće uspješnosti uklanjanja pojedinih sastojaka ulja.

Vodenom deguminacijom sirovog ulja postignuta je manja uspješnost procesa na što ukazuje veća vrijednost smičnog napreznja i viskoznost degumiranog ulja te veći udio zaostalih fosfolipida u degumiranom ulju. Razlog tome je taj što voda uklanja samo fosfolipide u hidratibilnoj formi koji se izdvajaju u obliku taloga, a zaostaje nehidratibilna forma u ulju. Istraživanja Indira i sur. (2000.) pokazuju da količina dodane vode i temperatura procesa imaju veći utjecaj na uklanjanje fosfolipida iz sirovog rižinog ulja u odnosu na brzinu miješanja i vrijeme trajanja procesa deguminacije. Geller i Goodrum (2000.), Wang i Briggs (2002.) te Santos i sur. (2005.) navode da reološka svojstva biljnih ulja ovise o sastavu ulja, temperaturi i vremenu trajanja procesa.

Postupak odvajanja taloga

Deguminacijom sirovog ulja navedenim postupcima i ispitivanim uvjetima procesa, ali primjenom postupka odvajanja nastalog taloga od degumiranog ulja lijevkom za odjeljiva-

Graf 2. Utjecaj vrste deguminacije na reološka svojstva degumiranog sirovog suncokretovog ulja, odvajanje taloga lijevkom za odjeljivanje nakon 24 sata



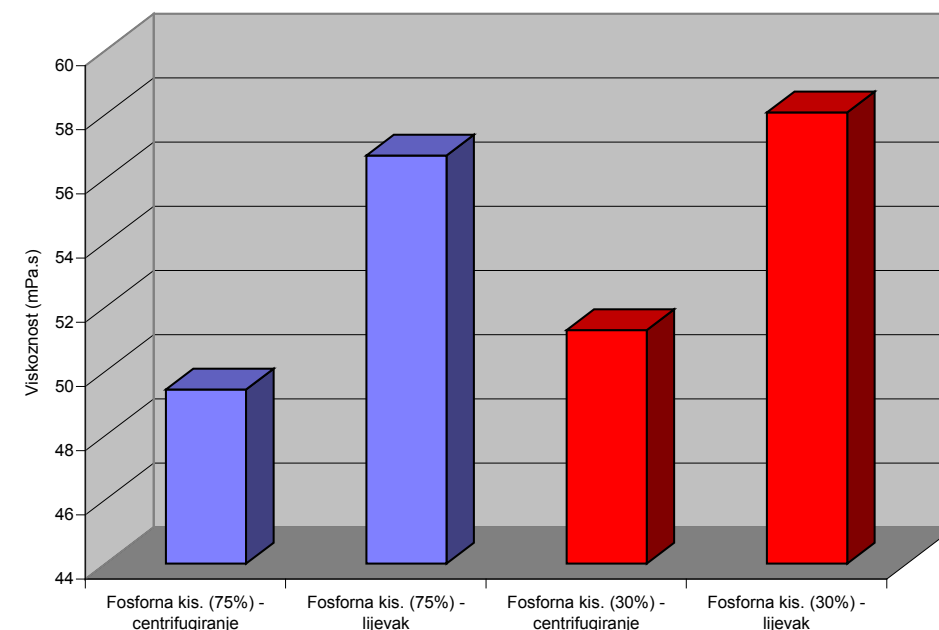
nje nakon 24 sata pri sobnoj temperaturi postižu se veće vrijednosti smičnog napreznja i viskoznosti, veći je nagib pravca (graf 2 i tablica 1) u odnosu na degumirano ulje u kojem je provedeno odvajanje taloga centrifugiranjem (4000 %/min., 15 min.). Rezultati pokazuju da se postupkom odvajanja taloga centrifugiranjem postiže veća efikasnost procesa (manja viskoznost ulja) u kratkom vremenskom razdoblju u odnosu na primjenu lijevka za odjeljivanje.

Koncentracija fosforne kiseline

Utjecaj koncentracije fosforne kiseline (75% i 30%) i načina odvajanja taloga na efikasnost procesa kiselinom-vodene deguminacije prikazani su u grafu 3 i tablici 1. Rezultati ukazuju da se primjenom fosforne kiseline koncentracije 75% postiže veća efikasnost procesa deguminacije (manja vrijednost smičnog napreznja i viskoznost degumiranog ulja) u odnosu na primjenu koncentracije 30% gdje su postignute veće vrijednosti reoloških svojstava. Ta pojava zapažena je kod primjene oba postupka odvajanja nastalog taloga od degumiranog ulja. Diosady i sur. (1984.) navode da je veća efikasnost deguminacije repičinog ulja (canola) dobivena primjenom limunske kiseline (50%) te dodatkom 2% vode i miješanjem 20 minuta.

Kiseline (limunska, oksalna, fosforna) veće koncentracije uspješnije provode transformaciju nehidratibilnih fosfolipida u hidratibilnu formu u odnosu na primjenu manjih koncentracija (Klaus, 2000.).

Graf 3. Utjecaj koncentracije fosforne kiseline (75% i 30%) te načina odvajanja fosfolipidnog taloga na viskoznost degumiranog suncokretovog ulja



Prinos i gubitak ulja

U tablici 2 prikazane su izračunate vrijednosti za prinos i gubitak sirovog suncokretovog ulja nakon provedenih raznih vrsta deguminacije (vodena, kiselinsko-vodena, elektrolitima). Veći prinos ulja i manji gubitak ulja dobiven je kiselinsko-vodenom deguminacijom (75% fosforna kiselina) i deguminacijom sirovog ulja s otopinom elektrolita NaCl, naročito kod odvajanja nastalog taloga postupkom centrifugiranja. Deguminacijom sirovog suncokretovog ulja vodom dobiven je manji prinos ulja, a najveći gubitak ulja i to kod odvajanja taloga fosfolipida primjenom lijevka za odjeljivanje nakon 24 sata.

Tablica 2. Prikaz prinosa i gubitka sirovog suncokretovog ulja kod raznih vrsta deguminacije

Vrsta deguminacije	Masa ulja nakon procesa deguminacije (g)	Prinos ulja (%)	Gubitak ulja (%)	Masa ulja nakon procesa deguminacije (g)	Prinos ulja (%)	Gubitak ulja (%)
	Centrifugiranje			Lijevek za odjeljivanje		
1. Sirovo suncokretovo ulje						
2. Vodena deguminacija	487,9	97,96	2,04	436,99	92,79	7,20
3. Kiselinsko-vodena deg. (fosforna kis. 75%)	246,54	98,62	1,38	242,93	97,17	2,83
4. Kiselinsko-vodena deg. (fosforna kis. 30%)	242,87	97,15	2,85	240,50	96,20	3,80
5. Vodena deg. (centrif.) + degum. NaCl (centrif.)	226,39	98,43	1,57			
6. Vodena deg. (centrif.) + degum. NaCl (lijevak za odjelj.)				223,16	97,03	2,97

Zaključak

Uspješnost navedenih postupaka deguminacije sirovog suncokretovog ulja može se pratiti određivanjem reoloških svojstava degumiranog ulja.

Reološka svojstva degumiranog ulja opisana su Newtonovim zakonom, određivanjem reoloških parametara utvrđeno je da svi ispitivani uzorci imaju svojstva Newtonovskih tekućina.

Postupak deguminacije utječe na reološka svojstva degumiranog suncokretovog ulja te na udio zaostalih fosfolipida u ulju. Deguminacijom sirovog ulja otopinom elektrolita

(NaCl) postiže se veća efikasnost uklanjanja fosfolipida iz sirovog ulja (manja viskoznost ulja, manji udio zaostalog fosfora u ulju). Vodenom deguminacijom u sirovom degumiranom ulju zaostaje veći udio fosfolipida (fosfora) jer se ne izdvajaju nehidratibilni fosfolipidi. Koncentracija fosforne kiseline (75%) više utječe na efikasnost kiselinsko-vodene deguminacije ulja nego koncentracija 30%.

Odvajanjem taloga fosfolipida iz degumiranog ulja postupkom centrifugiranja postižu se bolji rezultati nego primjenom lijevka za odjeljivanje nakon 24 sata.

Bolji prinos ulja i manji gubitak ulja dobiven je deguminacijom otopinom elektrolita, kod odvajanja nastalog taloga postupkom centrifugiranja.

Literatura

- Brown, H.G., Snyder, H.E. (1985.): Adsorption as an alternative to degumming soybean oil. *Arkansas Farm Research* 34-38.
- Carelli, A.A., Brevedan, M.I.V., Crapiste, G.H. (1997.): Quantitative Determination of Phospholipids in Sunflower Oil. *Journal of American Oil Chemists Society* 74 (5): 511-514.
- Ceci, L.N., Constenla, D.T., Crapiste, G.H. (2008.): Oil recovery and lecithin production using water degumming sludge of crude soybean oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88 (14): 2460-2466.
- Choukri, A., Kinany, M.A., Gibon, V., Tirtiauy, A., Jamil, S. (2001.): Improved Oil Treatment Conditions for Soft Degumming. *Journal of American Oil Chemists Society* 78 (11): 1157-1160.
- Dijkstra, A.J. (1990.): Degumming, Refining, Washing and Drying Fats and Oils, *Proceedings of the World Conference on Edible Oils and Fats* (D. Erickson, ed.), AOCH Press, Champaign, IL: 138-151.
- Diosady, L.L., Sleggs, P.W., Kaji, T. (1984.): Scale-Up of Canola Oil Degumming. *Journal of American Oil Chemists Society* 61 (8):1366-1369.
- Geller, D.P., Goodrum, J.W. (2000.): Rheology of vegetable oil analogs and triglycerides. *Journal of American Oil Chemists Society* 77 (2): 111-114.
- Ghosh, M. (2007.): Review on Recent Trends in Rice Bran Oil Processing. *Journal of American Oil Chemists Society* 84: 315-324.
- Hamm, W., Hamilton, R.J. (2000.): *Edible Oil Processing*. Sheffield Academic Press, England, 83-90.
- Indira, T.N., Hemavathy, J., Khatoon, S., Krishna, A.G.G., Bhattacharya, S. (2000.): Water degumming of rice bran oil: a response surface approach. *Journal of Food Engineering* 43:83-90.
- Jahani, M., Alizadeh, M., Pirozifard, M., Qudsevali, A. (2008.): Optimization of enzymatic degumming process for rice bran oil using response surface methodology. *LWT – Food Science and Technology* 41: 1892-1898.
- Klaus, P. (2000.): Degumming process in edible oil industry. In *Modern Technology in the Oils and Fats Industry* (S.C. Singhal and J.B.M. Rattray, eds.) AOCH-OTAI, New Delhi, 55-62.
- Moura, J.M.L.N., Goncalves, L.A.G., Petrus, J.C.C., Vioto, L.A. (2005.): Degumming of vegetable oil by microporous membrane. *Journal of Food Engineering* 70: 473-478
- Nash, A.M., Frankel, E.N., Kwolek, W.F. (1984.): Degumming soybean oil from fresh and damaged beans with surface-active compounds. *Journal of American Oil Chemists Society* 61: 921-923.
- Nasirullah, Ramanatham G. (2000.): Physical refining of rice-bran and soybean oils. *Journal of Food Sci. Technology* 37: 135-138.
- Nasirullah, Ramanatham G. (2002.): A unistep deodorization and deacidification technique for physical refining of heat sensitive vegetable oils. *Journal of oil Technology Assn. India* 34: 57-62.
- Nasirullah (2005.): Physical refining: electrolyte degumming of nonhydratable gums from selected vegetable oils. *Journal of Food*

Lipids 12: 103-111.

Ohlson, R., Svensson, C. (1976.): Comparison of Oxalic and Phosphoric Acid as Degumming Agents for Vegetable Oils. Journal of American Oil Chemists Society 53: 8-11.

Pan, L.G., Noli, A., Campana, A., Barrera, M., Tomas, M.C., Anon, M.C. (2001.): Influence of the Operating Conditions on Acid Degumming Process in Sunflower Seed Oil. Journal of American Oil Chemists Society 78 (5): 553-554.

Santos, J.C.O., Santos, I.M.G., Souza, A.G. (2005.): Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils. Journal of Food Engineering 67: 401-405.

Sathivel, S., Prinyawiwatkul, W., King, J.M., Grimm, C.C., Lloyd, S. (2003.): Oil Production from Catfish Viscera. Journal of American Oil Chemists Society 80 (4): 377-382.

Shahidi, F. (2005.): Bailey's Industrial Oil & Fat Products (Sixth edition), Volume 5, Edible

Oil & Fat Products: Processing Technologies. Eiley-Interscience publication, 434-437.

Souza, M.P., Petrus, J.C.C., Goncalves, L.A.G., Viotto, L.A. (2008): Degumming of corn oil/hexane miscella using a ceramic membrane. Journal of Food Engineering 86: 557-564.

Wang, T., Briggs, J.L. (2002.): Rheological and Thermal Properties of Soybean Oils with Modified FA Compositions. Journal of American Oil Chemists Society 79 (8): 831-836.

Scientific study

Influence of degumming type on rheological properties of crude sunflower oil

Summary

Oil degumming is a treatment of eliminating undesirable non- glyceride components from crude oil such as phospholipids, lipoproteins, proteins and other compounds that cause high refination loses, decrease stability and affect sensory properties of the oil. The aim of this paper is to explore the influence of type of degumming (water, acid-water, electrolyte) on rheological properties of crude sunflower oil obtained by pressing method and calculation of the yield and loss of oil during various types of degumming processes. The effect of removal of the appearing sediment of phospholipids from degummed oil (centrifuging, pouring funnel) on rheological properties of oil was researched.

Efficiency of oil degumming was monitored by determining rheological properties of degummed oil and qualitative phosphor content in oil. Measurements of rheological properties of degummed oil were performed using rotational viscometer at 23 °C. Rheological parameters were determined by the Newton law. The results of the research have shown that all the investigated systems had Newtonian characteristics. Degumming process influences the rheological properties of oil and the amount of phospholipids retained in the oil. Degumming of crude sunflower oil with electrolyte solutions (NaCl) results in better efficiency in removal of phospholipids (lower viscosity and phosphorus content in oil). Water degumming in crude sunflower oil retained higher amount of phospholipids, because non- hydratable phospholipids are not separated from the oil. Better results are achieved by removing phospholipid sediment from the degummed oil by the centrifugation procedure than by using a pouring funnel during a 24 hour period.

Key words: crude sunflower oil, degumming, organic acids, electrolytes, rheological properties