

Yağların ağardılması prosesində pirolizin maye məhsullarından alınmış nanokarbonun tətbiqi

N.Q. Quliyev

Neft-Kimyə Prosesləri İnstitutu

e-mail: nihad.quliyev@gmail.com

Açar sözlər: günəbaxan yağı, neytrallaşma, ağartma, ağartma torpağı, nanokarbon, pirolizin maye məhsulları.

Применение наночастиц углерода, полученных из жидких продуктов пиролиза в процессе отбеливания масел

N.G. Guliyev
Институт нефтехимических процессов
Ключевые слова: подсолнечное масло, нейтрализация, отбеливание, отбеленная глина, наночастицы углерода, жидкие продукты пиролиза.

Исследованы основные технические свойства наночастицы углерода, полученного из жидких продуктов пиролиза и использованного как адсорбент, посредством его сравнения с активированным углем и отбеленной глиной на одном из этапов рафинации подсолнечного масла, а именно в процессе отбеливания. Результаты исследования показали, что адсорбция красящих веществ в значительной степени зависит от количества адсорбента и максимальной адсорбция наблюдается при применении 0.5 кг наночастицы углерода на 1000 кг масла. В сравнении с наночастицей углерода, для получения аналогичного результата требуется 1 кг активированного угля и 5 кг отбеленной глины. Также были проанализированы такие показатели качества масла как свободные жирные кислоты (FFA), перекисное число (PV), содержание тяжелых металлов и др., в результате чего был выявлен огромный потенциал наночастицы углерода в устранении из масла пигментов, металлов и других примесей.

Application of nano-hydrocarbons obtained from liquid pyrolyzates in oil discoloring process

N.G. Guliyev
Institute of Petrochemical Processes
Keywords: sunflower oil, neutralization, discoloring, discoloring clay, nano-hydrocarbon, liquid pyrolyzates.

The major technical properties of nano-hydrocarbon obtained from liquid pyrolyzates and used as adsorbents via its comparison with activated coal and discoloring clay in one of the stages of sunflower oil refining, specifically in discoloring process have been researched. The study results justified that the adsorption of coloring substances depends significantly on adsorbent amount and the maximum adsorption is appeared when applying 0.5 kg nano-hydrocarbon to 1000 kg of oil. Compared to the nano-hydrocarbon, to obtain analogical results are required 1 kg of activated coal and 5 kg of discoloring clay. Such kind of oil properties as free fatty acids (FFA), peroxide value (PV), heavy metal content were studied as well, as a result of which a great potential in the elimination of pigment, metals and other impurities from the oil was revealed.

Giriş

Hazırda nanokarbon emalı prosesinin inkişaf etdirilməsi, optimallaşdırılması, çıxımın artırılması, keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılması istiqamətlərində tədqiqat işlərinin aparılması neft-kimyə sənayesinin aktual məsələlərindəndir. Bununla yanaşı kimya sənayesinin sürətli inkişafı, insanların texnologiya və yeniliklərə olan tələbatının günbəgün artması mövcud sistemlərin təkmilləşdirilməsinə, yüksək effektivli sistemlərin yaradılmasına, asan və daha ucuz bəsa gələcək aralıq məhsullardan istifadə etməyə məcbur edir.

Nanokarbonun alınmasında xammal kimi müxtəlif tip karbonlu birləşmələrdən, məsələn, karbon tərkibli qazlar, maye və bərk neft qalıqlarından, daş kömür, koks, təbii və ya sintetik polimerlərdən və s. istifadə edilir. Hazırda karbon nanoboruların və liflərin əsas alınma üsulu karbohidrogen (KH) xammalının pirolizi hesab olunur. Digərlərinə nisbətən bu üsulla nanokarbonun alınması üçün çox yüksək temperatur və təzyiqlə tələb olunmur, prosesi adi kimyəvi reaktorlarda aparmaqla məhsul nisbətən yüksək çıxımla əldə etmək mümkündür. Son iyirmi ildə nanokarbon, əsasən Fe, Co, Ni katalizatorları üzərində müxtəlif KH xammallarının pirolizindən alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, karbon nanomateriallərinin çıxımı, morfologiyası və ölçüsü istifadə olunan katalizatorlardan çox asılıdır. Bundan əlavə, Cu, Au, Cu-Cr, Pd-Cr-Pt, Cs₂CO₃, Li₂CO₃, K₂CO₃ qeyri-üzvi birləşmələri də katalizator kimi istifadə edilir [1, 2].

Bu tədqiqatda C₃ fraksiyası keçid metal katalizatorlardan istifadə etməklə 800 – 1000 °C temperaturda qədar qızdırılaraq nanoboruların alınması və günəbaxan yağının ağardılmasında tətbiqi öyrənilib.

Xam günəbaxan yağı kiçik komponentlərlə zəngindir. Bu komponentlər karotinoid, xlorofil və onlara oxşar birləşmələrdir. Bunlarla yanaşı, fosfatid, pestisid, sabun qalıqları, poliaromatik hidrokarbonlar və ağır metallar da günəbaxan yağında mövcud olur ki, bu da emal prosesində son hazır məhsulun keyfiyyət parametrlərinə təsir edir. Bu konar qarışıqlar yağdan rafinasiya prosesində mumsuzlaşdırma, neytrallaşdırma, yuma, ağartma, qurutma, filtrəmə və deodorizasiya kimi bir neçə mərhələ ilə çıxarılır. Piqment və digər çüzi maddələrdə olan birləşmələr rafinasiya prosesində əhəmiyyətli mərhələlərdən biri olan ağartma zamanı adsorbsiya üsulu ilə çıxarılır ki, bu da yağ daha şəffaf, təmiz və cəlbədicidir. Rəng alma ilə yanaşı zəhərli konar maddələrin də yağdan çıxarılmasında ağartmadan istifadə olunur. Bu isə insan həyatı üçün çox əhəmiyyətlidir və bu mərhələni daha mühüm edir. Əsasən ağartma zamanı adsorbsiya metodu tətbiq edilir. Adsorbent seçimi yağın keyfiyyəti göstəriciləri və adsorbent qiymətinə görə istehsalatçı tərəfindən dəyişdirilir. Ağartma torpaqları, aktiv karbon, sintetik silikatlar və rezinlər adsorbent kimi sənayedə istifadə olunur [3, 4].

Ağartma materiallarından tələb olunan bəzi xüsusiyyətlər aşağıda verilməlidir:

– yüksək adsorbsiya effektivliyi ilə adsorbent istifadə miqdarına qənaət edilməsi;

– bitki və heyvan mənşəli yağlarda asan və tənəmlə həllolma xüsusiyyəti;

– ağır metal adsorbsiyası üçün yüksək səmərəliliyin təmin olunması;

– oksidləşmiş birləşmələrin adsorbsiyasının və yüksək sürətli filtrasiya prosesinin təmin edilməsi.

Ağartma prosesində adsorbent miqdarı əhəmiyyətli faktorlardan biridir, çünki yüksək miqdarda adsorbentdən istifadə zamanı yağın tip və keyfiyyətdən asılı olaraq xlorofil piqmentini çıxarmaqda, rəngsizləşdirməkdə, filtrəmə prosesini sürətləndirməkdə faydası böyük olsa da, deodorizasiyada rəng və oksidləşmə stabililiyinə mənfi təsir göstərir. Bu səbəbdən, sənayedə ağartma materialı yağın rəngi və xlorofil miqdarına görə təyin edilir [5, 6].

Sənayedə adsorbent kimi qiymətinə görə əsasən ağartma torpağı istifadə olunur. Lakin ağartma prosesində ağartma torpağından istifadə zamanı yağ itkisinin faizlə miqdarı torpaq ağırlığının 35–100 %-i arasında dəyişir. Bu miqdarın azaldılması istehsal prosesində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Çünki istifadə olunmuş torpağa hava və buxar verilirək mümkün olan qədər udulan yağ

geri qaytarılır ki, bu da vaxt və enerji itkilərinə gətirib çıxarır. Aktivləşdirilmiş karbonun istifadə zamanı adsorbsiya səthi sahəsinin daha böyük olması səbəbindən və az miqdarda istifadə olunduğundan tutulan və itkiyə gedən yağın miqdarı az olduğundan aktivləşdirilmiş karbon daha effektiv adsorbent sayılır. Bildiyimiz kimi, hal-hazırda nanokarbon sənayedə geniş tətbiq olunur və hər gün onun istifadə sahəsi daha da genişləyir. Nanokarbon üstün cəhətlərini nəzərə alaraq, yağların ağardılmasında adsorbent kimi tətbiqi bu araşdırmada digər adsorbentlərlə müqayisə edilərək öyrənilmişdir [7, 8].

Təcrübi hissə

Təcrübələrin aparılması üçün Rusiya Federasiyasından alınmış, Bakı Qida və Yağ fabrikində neytrallaşma mərhələsindən keçirilmiş günəbaxan yağından və Neft-Kimyə Prosesləri İnstitutunda qaz fazadan kimyəvi çökdürmə (CVD) qurğusunda sintez edilmiş və emal olunmuş aktivləşdirilmiş karbon və nanokarbon nümunələrindən istifadə edilmişdir. Nanokarbon nümunəsi (A1) pirolizin maye məhsullarının yüngül C₃ (T_g = 30–70 °C) fraksiyasından CVD qurğusunda 650–850 °C temperatur intervalında, ferros katalizatoru ilə hidrogen mühtəlinin sintezindən alınmışdır. Aktivləşdirilmiş karbon (A2) ağır piroliz qatranının 250–400 °C temperaturda termoelemətlə və NaOH (2 q) ilə qarışdırılaraq CVD qurğusunda 2 saat müddətində piroliz edilməsi yolu ilə alınmışdır. Ticari ağartma torpağı (A3) isə Bakı Qida və Yağ fabrikindən əldə edilmişdir.

Ağartma təcrübələri ağartma materiallarının müxtəlif miqdarında (0,03, 0,06, 0,09, 0,12 və 0,15 q), qarışdırılma müddətində (15, 20, 25, 30, 35 və 40 dəq.) və müxtəlif temperaturda (20–100 °C) AOCS Cc 8f-91 metodu əsasında aparılmışdır. Neytrallaşdırılmış 100 ml günəbaxan yağı 500 ml-lik Erlenmeyer kolbasına tökülmüş, üzərinə ağardıcı nümunələrin təyin edilmiş miqdarı əlavə edilərək, maqnit qarışdırıcı ilə qarışdırmaqla ağartma prosesi aparılmışdır. Bundan sonra ağardıcı nümunələr yağın tərkibindən filtr kağızı vasitəsilə ayrılmalıdır. Alınmış nümunələrdə yağın tərsə tərkibi, rəngi, sərbəst yağ tərsələri (FFA), xlorofil, anisidin, fosfor, ağır metallar və s. analiz edilmişdir. Yağın tərsə tərkibi ISO 12966-4:2019 metoduna əsasən qatır xromatografında, sərbəst yağ tərsələri miqdarı AOCS Ca 5a-40 metoduna əsasən titrəmə yolu ilə müəyyən edilmişdir. Ağardılmış yağın rəngi Lovibond Tintomet Model F (Wilts, England) və Lovibond PFX-1 995

Göstəricilər	ГОСТ 1129-2013	Ağartmadan əvvəl	Ağartmadan sonra		
			A1	A2	A3
Nəmlik və uçucu maddələrin miqdarı, %	≤ 0.2	0.1	0.08	0.09	0.08
Sərbəst yağ turşuları (FFA), %	≤ 0.3	0.31	0.1	0.14	0.27
Peroksid ədədi, mmolO ₂ /kq	≤ 10	1.1	1.2	1.4	1.9
Sabun miqdarı, %	≤ 0.005	0.008	0	0	0
Elementlər, mq/kq:					
Pb	≤ 0.1	13.5	< 0.5	1.24	6.21
Cu	-	38.1	1.48	1.83	24.96
Fe	-	26.4	< 0.5	1.37	19.75
As	≤ 0.1	11.2	< 0.5	0.63	11.1
Cd	≤ 0.05	8.3	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Hg	≤ 0.03	5.4	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Yod ədədi, qL/100q	94-141	131.66	130.6	130.4	131
Anisidin ədədi	≤ 3	3.56	2.97	3.31	3.74
Xlorofil miqdarı, mq/kq	-	0.17	0.011	0.012	0.012
β-karotin, mq/kq	-	0.35	0.12	0.16	0.16
Fosfor tərkibli maddələrin payı, % kütlə	Yox	Yox	Yox	Yox	Yox
Rəng. Lovibond		6.3 qırmızı/30 sarı	0.7 qırmızı/7 sarı	0.9 qırmızı/7 sarı	1 qırmızı/7 sarı
Yağ turşusunun tərkibi, %:					
Laurik turşusu	0.1	0.006	0	0.004	0.003
Palmitik turşusu	4.0-7.6	7.44	7.26	7.4	7.35
Stearik turşusu	2.1-6.5	3.48	2.65	3.1	2.92
Oleik turşusu	14.0-71.8	23.74	23.81	23.71	23.77
Linolen turşusu	18.7-74.0	63.84	62.75	63.64	62.93
Trans yağ turşuları	0	0	0	0	0

(Wils, England) cihazları ilə ölçülmüşdür. Yağ nümunələri küvetə tökülmüş və AOCs Cc 13e-92 metoduna əsasən ölçülmüşdür. Yağ nümunəsinin xlorofil miqdarı ağartma prosesindən əvvəl və sonra AOCs Cc 13d-55 metoduna əsasən Lovibond PFX-i 995 (Wils, England) cihazı ilə ölçülmüşdür. Metalların analizi Perkin Elmer Nexion 300 ICP-MS cihazı vasitəsilə aparılmışdır. Yağ nümunəsində anisidin və fosforun miqdarı Bruker MPA ilə AOCs Cd1e-01 metoduna əsasən ölçülmüşdür [9, 10].

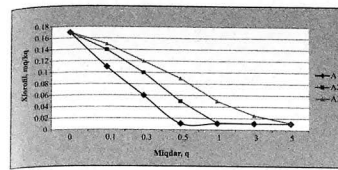
Tədqiqatın nəticələri və müzakirəsi

Müxtəlif növ adsorbentlərdən (nanokarbon, aktivləşdirilmiş karbon və ticari ağartma torpağı) istifadə etməklə günəbaxan yağında ağır metallar, rəngverici pigmentlərin (karotinlər, xlorofil) adsorbsiyası fərqli temperaturatlar, təmas müddətləri və ağartma maddəsi dozalarını aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, ağartma materiallarının ağardıcı qabiliyyəti onun miqdarı ilə düz mütənəsibdir və 1 t yağ üçün 5 kq ağartma torpağı, 1 kq aktivləşdirilmiş karbon, 0.5 kq nanokarbon təşkil edir. Temperaturun təsirini araşdırdıqda isə optimal temperatur nanokarbon üçün 20 °C, ağartma

torpağı və aktivləşdirilmiş karbon üçün 100 °C olduğu təyin olunmuşdur. Yağ ilə adsorbentlər arasında optimal təmas müddəti nanokarbon və aktivləşdirilmiş karbon üçün 30 dəq., ağartma torpağı üçün isə 35 dəq. olmuşdur.

Təyin edilmiş optimal şəraitlərdə ağartma prosesindən sonra günəbaxan yağının keyfiyyət parametrləri analiz edilmiş və nəticələr ədəvəldə verilmişdir. Cədvəldə göstərilmişdir ki, nanokarbonla (A1) ağardıldıqdan sonra günəbaxan yağının bütün keyfiyyət göstəriciləri standartla təm cavab verir. Nəmlik və uçucu maddələrin miqdarı, sərbəst yağ turşuları, sabun miqdarı, β-karotin, anisidin ədədi və fosfor tərkibli maddələrin kütlə payında ağartmadan sonra azalma və ya tamamilə adsorbsiya müşahidə olunmuşdur. Peroksid ədədi analizində isə temperaturun təsirindən az artma müşahidə olunmuşdur. A1 adsorbenti ilə ağartma otaq temperaturunda aparıldığından peroksid ədədi az artmışdır ki, bu da yağın oksidləşmədiyini göstərir. Nanokarbon ilə metalların tamamilə adsorbsiyası edilmiş, xlorofil pigmenti yağın tərkibindən çıxarılmış, qırmızı rəng 6.3-dən 0.7-yə qədər endirilmişdir [11, 12].

Şəkilə adsorbentlə yağda xlorofilin miqdarı



Ağartma prosesində xlorofilin adsorbent miqdarından asılılıq ayrısı

arasında asılılıq ayrılığı əks olunmuşdur. Şəkiləndə aydın görünür ki, 0.5 q A1 adsorbentinin əlavəsi zamanı xlorofilin miqdarı kəskin sürətdə, 0.17-lən 0.011 mq/kq-a qədər azalmışdır. 0.5 q A2 ilə ağartma zamanı 0.05 mq/kq-a, A3 ilə ağartma zamanı isə 0.09 mq/kq-a qədər azalma müşahidə olunmuşdur. A2 miqdarını 1 q qədər artırıqda xlorofilin miqdarında 0.012 mq/kq-a, A3 miqdarını 5 q-a yüksəltəndə isə 0.012 mq/kq-a qədər azalma olmuşdur. Bu nəticələrdən aydın görünür ki, A1 adsorbenti digər adsorbentlərlə müqayisədə xlorofil adsorbsiyasında daha aktivdir [13-15].

Bu araşdırmadan aydın görünür ki, pirolizin maye məhsullarından əldə olunan nanokarbon və aktivləşdirilmiş karbon iqtisadi cəhətdən əlverişlidir. Həmçinin aşağıda qeyd edilmiş faktorlar bu prosesin iqtisadi səmərəliliyini daha da artırır.

1. Pirolizin maye məhsulları yan məhsullar, respublikada emal olunmur və xaricə ucuz yığılmaq satılır. Bu məhsullardan istifadə etməklə ölkəmizdə neft emalı prosesində yeni bir iş

qətiyyət yaratmaq mümkündür.

2. Ölkəmizə xaricədən adsorbent kimi gətirilən ağartma torpağının aktivləşdirilmiş karbon və nanokarbonla əvəz olunması həmin məhsulun azaldılmasına kömək etməklə, xaricə maliyyə axınının qarşısını alınması mümkündür.

3. İstifadə olunan yarırsız ağartma torpağı torpağa basdırılmaqla ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olur, lakin aktivləşdirilmiş karbon və nanokarbonu yenidən emal etmək və təkrar istifadəyə vermək mümkündür ki, bu da ətraf mühitin qorunması baxımından da perspektivlidir.

4. Ağartma torpağı tərəfindən tutulan və itkiyə səbəb olan yağın fayzlı miqdarı torpaq ağırlığının 35-100 %-i arasında dəyişir. Nanokarbon üçün istifadə olunan miqdar beş dəfə az olduğundan, udulan yağın miqdarı da az olur ki, bu da yağ itkisinin azalması deməkdir.

Beləliklə, günəbaxan yağında adsorbentlərin iştirakı ilə müxtəlif temperatur, vaxt və miqdarlarda ağartma təcrübələri aparılmış və pirolizin maye məhsullarından alınmış karbon nümunələrinin yüksək adsorbsiya qabiliyyəti sayəsində ağartma torpağı ilə müqayisədə yağın rəngsizləşdirilməsi prosesində yüksək effektivliyə malik olmaları müəyyən edilmişdir. 1 t yağ üçün 20 °C temperatur və 30 dəq. təmas müddətində 0.5 kq nanokarbon istifadə zamanı xlorofil miqdarı 0.17-dən 0.011 mq/kq-a, Lovibond rəng miqdarı isə 6.5-dən 0.7-yə enmişdir. Həmçinin, dəmir, arsen, cıvə, qurğuşun və kadmium kimi metallar yağdan tamamilə adsorbsiya olunmuşdur.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Rajesh Purohita, Kuldeep Purohita, Saraswati Rana et al. Carbon Nanotubes and Their Growth Methods, Procedia Materials Science, 2014, vol. 6, pp. 716-728.
2. Mukul Kumar, Yoshinori Ando. Chemical Vapor Deposition of Carbon Nanotubes: A Review on Growth Mechanism and Mass Production, Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 2010, vol. 10, pp. 3739-3758.
3. Justyna Gromadzka, Waldemar Wardencki. Trends in Edible Vegetable Oils Analysis. Part A. Determination of Different Components of Edible Oils – a Review, Polish J. Food Nutrition Sciences 2011, vol. 61, No 1, pp. 33-43.
4. Baranowsky K., Beyer W., Zschau W. et al. Technologies for industrial processing of fats and oils, European Journal of Lipid Science Technology, 2001, vol. 103, pp. 545-551.
5. Zschau W. Bleaching of edible fats and oils // European Journal of Lipid Science Technology, 2001, vol. 103, pp. 505-508.
6. Sabah E. Decolorization of vegetable oil: chlorophyll adsorption by acid-activated sepiolite // Journal Colloid Interface Science, 2007, vol. 310, pp. 1-7.
7. Sudamalla P., Saravanan P., Matheswaran M. Optimization of operating parameters using response surface methodology for adsorption of crystal violet by activated carbon prepared from mango kernel // Sustainable Environment Research, 2012, vol. 22(1), pp. 1-7.
8. Alam M.Z., Muhyib S.A., Toramæ J. Statistical optimization of adsorption processes for removal of 2, 4-dichlorophenol by activated carbon derived from oil palm empty fruit bunches // Journal of Environmental Sciences, 2007, vol. 19, is. 6, pp. 674-677.

9. *Ibrahimov H.J., Guliyev N.G., Gasimova K.M. et al.* Decolorization of Sunflower oil by Nanocarbon obtained from Pyrolysis of Liquid Products // International Journal of Science and Research Methodology, 2016, vol. 4, is. 4, pp. 167-175.
10. *Ling-Han Jial, Yi Lili, Yu-Zhen Le.* Determination of wholesome elements and heavy metals in safflower (*Carthamus tinctorius L.*) from Xinjiang and Henan by ICP-MS/ICP-AES // Journal of pharmaceutical analysis, 2011, vol. 1, No 2, pp. 100-103.
11. *Peymaneh Ghasemi Afshar, Masoud Honarvar et al.* Bleaching of vegetable oils using press mud obtained from sugar industry // European Journal of Experimental Biology, 2014, vol. 4, No 1, pp. 677-684.
12. *Usman M.A., Oribayo O., Adebayo A.A.* Bleaching of Palm Oil by Activated Local Bentonite and Kaolin Clay from Afashio, Edo-Nigeria, Chemical and Process Engineering Research, 2013, vol. 10, pp. 1-11.
13. *Bruno De Meulenaer, Jeroen Maes, Peter Van Heerswynghe et al.* Selective adsorption of dioxins and PCB's from marine oils on activated carbon, Organohalogen Compounds, 2003, vol. 60, pp. 33-37.
14. *Levente L. Diosady.* Chlorophyll Removal From Edible Oils // International Journal of Applied Science and Engineering, 2005, vol. 3, No 2, pp. 81-88.
15. *Abba Chetima, Abdoul Wahabou, Gaston Zomegni et al.* Bleaching of Neutral Cotton Seed Oil Using Organic Activated Carbon in a Batch System: Kinetics and Adsorption Isotherms, Processes, 2018, vol. 6, is. 3, pp. 1-13.

References

1. *Rojesh Purohita, Kuldeep Purohita, Saraswati Rana et al.* Carbon Nanotubes and their Growth Methods, Procedia Materials Science, 2014, vol. 6, pp. 716-728.
2. *Mukul Kumar, Yoshinori Ando.* Chemical Vapor Deposition of Carbon Nanotubes: A Review on Growth Mechanism and Mass Production, Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 2010, vol. 10, pp. 3739-3758.
3. *Justyna Gromadzka, Waldemar Wardencki.* Trends in Edible Vegetable Oils Analysis. Part A. Determination of Different Components of Edible Oils – a Review, Polish J. Food Nutrition Sciences 2011, vol. 61, No. 1, pp. 33-43.
4. *Baranowsky K., Beyer W., Zschau W. et al.* Technologies for industrial processing of fats and oils, European Journal of Lipid Science Technology, 2001, vol. 103, pp. 545-551.
5. *Zschau W.* Bleaching of edible fats and oils // European Journal of Lipid Science Technology, 2001, vol. 103, pp. 505-508.
6. *Sabah E.* Decolorization of vegetable oil: chlorophyll adsorption by acid-activated sepiolite // Journal of Colloid Interface Science, 2007, vol. 310, pp. 1-7.
7. *Sudamalla P., Saravanan P., Matheswaran M.* Optimization of operating parameters using response surface methodology for adsorption of crystal violet by activated carbon prepared from mango kernel // Sustainable Environment Research, 2012, vol. 22 (1), pp. 1-7.
8. *Alam M.Z., Muyibi S.A., Toramae J.* Statistical optimization of adsorption processes for removal of 2, 4-dichlorophenol by activated carbon derived from oil palm empty fruit bunches // Journal of Environmental Sciences, 2007, vol. 19, is. 6, pp. 674-677.
9. *H.J. Ibrahimov, N.G. Guliyev, K.M. Gasimova et al.* Decolorization of Sunflower oil by Nanocarbon obtained from Pyrolysis of Liquid Products // International Journal of Science and Research Methodology, 2016, vol. 4, is. 4, pp. 167-175.
10. *Ling-Han Jial, Yi Lili, Yu-Zhen Le.* Determination of wholesome elements and heavy metals in safflower (*Carthamus tinctorius L.*) from Xinjiang and Henan by ICP-MS/ICP-AES // Journal of pharmaceutical analysis, 2011, vol. 1, No 2, pp. 100-103.
11. *Peymaneh Ghasemi Afshar, Masoud Honarvar et al.* Bleaching of vegetable oils using press mud obtained from sugar industry // European Journal of Experimental Biology, 2014, vol. 4, No 1, pp. 677-684.
12. *Usman M.A., Oribayo O., Adebayo A.A.* Bleaching of Palm Oil by Activated Local Bentonite and Kaolin Clay from Afashio, Edo-Nigeria, Chemical and Process Engineering Research, 2013, vol. 10, pp. 1-11.
13. *Bruno De Meulenaer, Jeroen Maes, Peter Van Heerswynghe et al.* Selective adsorption of dioxins and PCB's from marine oils on activated carbon, Organohalogen Compounds, 2003, vol. 60, pp. 33-37.
14. *Levente L. Diosady.* Chlorophyll Removal from Edible Oils // International Journal of Applied Science and Engineering, 2005, vol. 3, No 2, pp. 81-88.
15. *Abba Chetima, Abdoul Wahabou, Gaston Zomegni et al.* Bleaching of Neutral Cotton Seed Oil Using Organic Activated Carbon in a Batch System: Kinetics and Adsorption Isotherms, Processes, 2018, vol. 6, is. 3, pp. 1-13.