

March 2024

INFLUENCE OF THE RESIDUAL QUANTITY OF THE CATALYST ON THE QUALITATIVE INDICATORS OF FOOD TANUT DURING STORAGE

Madina KHAMIDOVA

Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan, m.khamidova@mail.ru

Aslbek YULCHIEV

Andijan State University, Andijan, Uzbekistan, yulchiev@mail.ru

Kamar SERKAYEV

Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan, serkayev@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://cce.researchcommons.org/journal>

Recommended Citation

KHAMIDOVA, Madina; YULCHIEV, Aslbek; and SERKAYEV, Kamar (2024) "INFLUENCE OF THE RESIDUAL QUANTITY OF THE CATALYST ON THE QUALITATIVE INDICATORS OF FOOD TANUT DURING STORAGE," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2023: No. 2, Article 11.

DOI: 10.34920/cce2023211

Available at: <https://cce.researchcommons.org/journal/vol2023/iss2/11>

This Article is brought to you for free and open access by Chemistry and Chemical Engineering. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of Chemistry and Chemical Engineering. For more information, please contact zuchra_kadirova@yahoo.com.

INFLUENCE OF THE RESIDUAL QUANTITY OF THE CATALYST ON THE QUALITATIVE INDICATORS OF FOOD TANUT DURING STORAGE

Madina KHAMIDOVA¹ (m.khamidova@mail.ru)

Aslbek YULCHIEV² (yulchiev@mail.ru)

Kamar SERKAYEV¹ (serkayev@mail.ru)

¹Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan

²Andijan State University, Andijan, Uzbekistan

The aim of the research is to study the effect of the residual content of vegetable oil hydrogenation catalysts on the quality indicators of the resulting fat masses and to develop recommendations for improving the safety and quality indicators of products based on the results obtained. The aim of the research is to study the effect of the residual content of vegetable oil hydrogenation catalysts on the quality indicators of the resulting fat masses and to develop recommendations for improving the safety and quality indicators of products based on the results obtained. In the experiments, the intensity of changes in the peroxide number during storage of food lard obtained using catalysts prepared from nickel and nickel:copper (50:50) alloys was studied. The influence of the residual amount of catalyst in oil on the oxidation process was studied. It has been proven that the oxidative stability of tallow obtained using nickel:copper alloy catalysts is lower than that of tallow obtained using nickel catalysts.

Keywords: hydrogenation, lard, oxidation, peroxide value, stability

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОГО КОЛИЧЕСТВА КАТАЛИЗАТОРА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПИЩЕВОГО САЛОМАСА ПРИ ХРАНЕНИИ

Мадина ХАМИДОВА¹ (m.khamidova@mail.ru)

Аслбек ЙЎЛЧИЕВ² (yulchiev@mail.ru)

Камар СЕРКАЕВ¹ (serkayev@mail.ru)

¹Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан

²Андижанский государственный университет, Андижан, Узбекистан

Целью исследований является изучение влияния остаточного содержания катализаторов гидрогенизации растительных масел на качественные показатели полученных саломасов и разработка рекомендаций по улучшению безопасности и качественных показателей продукции. Исследована интенсивность изменения перекисного числа при хранении пищевых саломасов, полученных с использованием катализаторов, приготовленных из никеля и никель:медных (50:50) сплавов. Изучено влияние остаточного количества катализатора в масле на процесс окисления. Доказано, что окислительная стабильность саломасов, полученных с использованием катализаторов из никель:медных сплавов ниже в сравнении саломасами, полученными с помощью никелевых катализаторов.

Ключевые слова: гидрогенизация, саломас, окисление, перекисное число, стабильность

OZIQAVIY SALOMASDAGI QOLDIQ KATALIZATOR MIQDORINING SAQLASH JARAYONIDAGI SIFAT KO'RSATGICHLARIGA TA'SIRI

Madina XAMIDOVA¹ (m.khamidova@mail.ru)

Aslbek YO'LCHIEV² (yulchiev@mail.ru)

Qamar SERKAYEV¹ (serkayev@mail.ru)

¹Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent, O'zbekiston

²Andijon Davlat Universiteti, Andijon, O'zbekiston

Tadqiqotning maqsadi o'simlik moylarini gidrogenlash jarayonida foydalanilgan katalizatorlar qoldig'ining olingan salomasning sifat ko'rsatgichlariga ta'sirini tadqiq etish va natijalar asosida mahsulot sifat va xavfsizlik ko'rsatgichlarini yaxshilash bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Tajribalarda nikel va nikel:mis (50:50) qotishmasidan tashkil topgan katalizatorlar ishtirokida olingan oziqaviy salomaslarning saqlash jarayonidagi perekis sonini o'zgarish jadalligi o'rganilgan. Moy tarkibida qoldiq katalizator miqdorining jarayonga ta'siri aniqlangan. Nikel:mis aralashmasidan foydalanib olingan salomaslarning barqarorligi nikelli katalizatorlar ishtirokida olingan salomasga nisbatan pastligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: gidrogenizatsiya, salomas, oksidlanish, perekis soni, turg'unlik.

DOI: 10.34920/cee2023211

Kirish

O'simlik moylari tarkibidagi karbon kislotalarining (yog' kislotalari) glitserin bilan o'zaro simmertirik yoki nosimmetrik joylashuvi, ularning miqdoriy jihatdan o'zaro nisbatlarining o'zgarishi moylarning sifat ko'rsatkichlariga o'z ta'sirini ko'rsatadi. O'simlik moylari tarkibidagi yog' kislotalarining o'zaro nisbatlari ya'ni to'yinganlik va to'yinmaganlik darajalaridan kelib chiqib, ularning sifati ham turlicha bo'ladi. O'simlik moylari tarkibidagi

to'yinmagan yog' kislotalarini gidrogenizatsiya jarayonida to'yintirish buning asosida qattiq o'simlik moylari ishlab chiqarish yog'-moy sanoatining muhim qayta ishlash tarmoqlaridan biri sanaladi.

O'simlik moylarini gidrogenlash - murakkab kimyoviy jarayon bo'lib, yuqori bosim, harorat va katalizator ishtirokida boradi. Gidrogenlash jarayoni maxsus avtoklav uskunalarida, katalizatorlar ishtirokida boradi. Gidrogenlash natijasida olingan qattiq o'simlik moylari - oziqaviy va texnik salo-

maslar sifat ko'rsatkichlaridan kelib chiqqan holda, margarin va yuvish mahsulotlari ishlab chiqarishga yo'naltiriladi [1].

Jarayon selektivligini boshqarish katalizatorlarning turi, kompozitsiyasi, sintez qilish usuli, o'lchamlari va faollashtirish sharoitlariga bevosita bog'liq bo'lib, gidrogenizatsiya jarayoni samaradorligi ko'p jihatdan tanlangan katalizatorga bog'liq [2]. Gidrogenlashda yog' kislotalarining to'yinmagan uglevodorod radikallari to'yinsada, jarayonni selektiv gidrogenlash yo'li bilan olefin bog'lariga ta'sir etmagan holda ham olib borish mumkin [3, 4]. Shu yo'l bilan keng miqyosda, jumladan farmatsevtika sanoati uchun ishlatiladigan sirt faol moddalar asosi bo'lgan qattiq yog'larni ham olish mumkin [5-7].

Aldegidlar, efirlar va yog' kislotalarining karbonil guruhini selektiv to'yintirish gazsimon vodorod muhitida geterogen katalizatorlar yoki metallarning gidridlari ko'rinishidagi qaytaruvchi agentlardan foydalaniladi [7-9]. Gidrogenizatsiya jarayoni 250-280 °C haroratda 20-25 MPa bosimda olib boriladigan metil efirlarini gidrogenlash va 260-300 °C haroratda 30 MPa bosimda olib boriladigan yog' kislotalarini gidrogenlash kabi asosiy sharoitlarni talab qiladi [8-11].

O'tgan asrning 30 yillaridan boshlab gidrogenlashda optimal samara beradigan geterogen katalizatorlarni yaratish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda [12-15]. Bu borada birinchi tadqiqotlar Adkins tomonidan xrom va ruxdan foydalangan holda olib borilgan [13-14]. Bunday katalizatorlarning zaharliligi aniqlangach, o'tgan asrning 70 yillaridan boshlab aluminiy rux va aluminiy kadmiy kabi qotishmalardan foydalanish boshlandi [15-16]. 2000 yillardan boshlab tadqiqotchilar tomonidan turli qo'shimchalar qo'shilgan VIII guruh metallaridan foydalanish tajribasi ishlab chiqildi [17-23].

Ma'lumki, margarin mahsulotlarining asosini ozuqaviy salomas tashkil qiladi. Yuqorida aytib o'tkanimizdek, o'simlik moylarini, xususan rafinatsiyalangan yuqori sifatli paxta moylarini gidrogenlashda dispers nikel va nikel:mis (50:50%) katalizatorlaridan foydalanish keng yo'lga quyilgan. Qanday katalizator qo'llanishiga va ularning xavfsizlik darajasiga qaramasdan, olingan ozuqaviy yoki texnik salomaslar tarkibida ma'lum miqdorda katalizator qoldiqlari uchraydi. Salomas tarkibidagi katalizator qoldiqlari, ularning sifatiga va saqlanish muddatlariga o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Qoldiq katalizator miqdorini olinadigan salomas sifatiga ta'sirini tadqiq etish ushbu ishning maqsadi hisoblanadi.

Tadqiqot usullari

Salomasning sifat ko'rsatkichlari yog'larni qayta ishlash texnologiyasi bo'yicha laboratoriya praktikumida «Yog' kislotalari, hayvon yog'lari va modifikatsiyalangan o'simlik moylari» talablari asosida olib borilib, moylar yoki ularning aralashmalarini katalizatorlar ishtirokida vodorod yordamida to'yintirish jarayonini o'z ichiga oladi [24].

Salomasni tayyorlash jarayoni moy yoki ularning aralashmalarini maxsus avtoklavlarda gidrogenlash, katalizator qoldiqlarini filtrlash, salomasni rafinatsiyalash, yuvish-quritish, dezodoratsiyalash kabi jarayonlarni o'z ichiga oladi.

Salomasning sifati va saqlash davridagi turg'unligi texnologik jarayonlarni to'liq va sifatli olib borilishiga bog'liq.

Salomasning rangi, kislota, perekis va yod sonlari asosiy sifat ko'rsatkichlari hisoblanadi. Salomasning rangi margarin mahsulotlari ishlab chiqarishda hal qiluvchi ahamiyatga ega hisoblanib, uning rangida salomasga xos bo'lmagan sarg'ish tus bo'lishi uning margarin mahsulotlari uchun yaroqsizligiga olib keladi. Salomas oq rangli yoki och sariq tusli oq rangli bo'lishiga ruxsat etiladi. Salomasni rangi, hidi va tarkibini yaxshilash uchun uni rafinatsiya qilinadi.

Salomasning kislota soni uning tarkibidagi erkin yog' kislotalari miqdorini anglatadi. Gidrogenlash jarayonida erkin yog' kislotalari nafaqat o'simlik moyi tarkibidan o'tishi hisobiga, balki jarayondagi yuqori harorat, bosim va vodorod bilan kirishi mumkin bo'lgan namlik ta'sirida parchalanish hosilalaridan ham tashkil topishi mumkin. Hosil bo'lgan erkin yog' kislotalarining katalizatorlar bilan reaksiyaga kirishishi va nikelli sovunlarni hosil qilishi tufayli gidrogenizatsiya jarayoniga aks ta'sir etadi.

Kislota soni yuqori bo'lgan moylarni gidrogenlab olingan salomaslar odatda katalizatorlarning qoldig'i sifatidagi yuqori nikel va mis saqlamiga ega bo'lib, keyingi ishlov berish va saqlash jarayonida uning sifat ko'rsatkichlariga keskin ta'sir qilishi mumkin. Odatda bu qoldiqlarni chiqarib yuborish uchun salomasni sulfat kislotasi bilan ishlov berib, yuviladi.

Salomas va o'simlik moylarining oksidlanish darajasi fizik va kimyoviy tadqiqot usullari

bilan aniqlanishi mumkin. Jumladan, oksidlanishga turg'unlik darajasi birlamchi (erkin yog' kislotalari, gidroperekislar, konyugerlangan dienlar) va ikkilamchi (spirtlar, aldegidlar, ketonlar) ko'rinishidagi hosilalar miqdoriga qarab aniqlanadi [25]. Bunda ularning izooktanda erigan hosilalarini absorbsiya darajasini spektrofotometrda 232 Nm to'lqin uzunligida aniqlanadi. Oksidlanishga turg'unlik darajasi yodometrik titrlash yoki konyugirlash usuli bilan, ikkilamchi hosilalar esa TBARS test usuli bilan amalga oshiriladi va R-anizidin soni bilan belgilanadi. R-anizidin sonini aniqlash uchun lipidlarni 0,25% konsentratsiyali uksus kislotasida 350 Nm to'lqin uzunligida aniqlanadi [26, 27]. Shuningdek, salomasning sifatini nazorat qilish O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 17.11.2020 yildagi Qarori asosida tasdiqlangan «Yog'-moy mahsulotlari xavfsizligi to'g'risidagi texnik reglamentga asosan nazorat qilinadi [28].

Natijalar va muhokama

Tajribalarda foydalanilgan ishqoriy rafinatsiya va dezodoratsiya jarayonlaridan o'tkazilgan ozuqaviy salomasning sifat ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadvaldan ko'rinib turganidek, ozuqaviy salomas olishda nikel va nikel-mis katalizatorining qo'llanilishi bo'yicha salomasning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari deyarli farqlanmaydi. Biroq, nikel katalizatorining o'rniga nikel-mis katalizatoridan foydalanish gidrogenlash haroratini 40-50 °C gacha pasaytirishi mumkinligi aniqlandi.

Salomas tarkibidagi nikel va nikel-mis katalizatorlarining qoldiqlari kation shaklida valentlik asosida hosil bo'lgan birikmalardan tashkil topadi. Qattiq o'simlik moylarining harorati ortib borishi bilan salomas tarkibidagi qoldiq katalizatorlarining aktivligi ham ortib boradi va fosfatid, gossipol, xlorofil kabi hamroh moddalarning nikel yoki mis bilan kompleks birikmalarini hosil qiladi. Bunday kompleks birikmalarning hosil bo'lishi o'z navbatida tayyor mahsulot - ozuqaviy yoki texnik salomaslarning saqlanish muddatiga xam o'z ta'sirini ko'rsatadi. Shu bilan birga, qattiq o'simlik moylarining oksidlanishini tezlashtiradi. Quyidagi jadvalda tarkibida nikel va nikel-mis katalizator qoldiqlari mavjud bo'lgan ozuqaviy salomasni saqlash davomida perekis sonining o'zgarishi keltirilgan.

2-jadvaldan ko'rinib turganidek, nikel katalizatoridan foydalanilib (0,7 mg/kg) olingan ozuqaviy salomasni 5 kun saqlanganda perekis soni 10 mol/kg bo'lgan bo'lsa, 25 va 60 kundan so'ng bu ko'rsatkich 14 va 18 mol/kg ga qadar ortib bordi. Oziqaviy salomasning perekis soni esa 60 kun davomida dastlabki holatiga nisbatan 2 barobarga qadar ortib ketganligini ko'rishimiz mumkin. Nikel-mis aralashmasining 50:50 nisbatidagi katalizatori asosida olingan ozuqaviy salomasning perekis soni yuqoridagi saqlash muddatlariga mos ravishda 11 mol/kg, 17 mol/kg va 22 mol/kg ni tashkil qildi.

Ozuqaviy salomas ishlab chiqarishda nikel-mis katalizatorining o'rniga nikel katalizatoridan foydalanish olinadigan tayyor mahsulot - ozuqaviy

1-jadval

Nikel va nikel:mis katalizatorlari ishtirokida olingan ozuqaviy salomasning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari

Katalizator tarkibi	Kislota soni, mg KOH/g	Erish harorati, °C	Kaminskiy bo'yicha qattiqligi, 15°C haroratda, g/sm	Qoldiq katalizator miqdori, mg/kg	Perekis soni, mol/kg
Nikel	0,48	36,7	220	0,7	8
Nikel:mis (50:50%)	0,46	36,6	180	0,7	10

2-jadval

Tarkibida nikel va nikel:mis katalizatori mavjud bo'lgan ozuqaviy salomasning saqlash vaqtida perekis sonining o'zgarishi

Qoldiq katalizator	Ozuqaviy salomasni saqlashdan keyingi perekis soni, mol/kg					
	5	15	25	35	45	60
Nikel (0,7 mg/kg)	10	12	14	15	17	18
Nikel:mis (0,7 mg/kg)	11	14	17	19	20	22

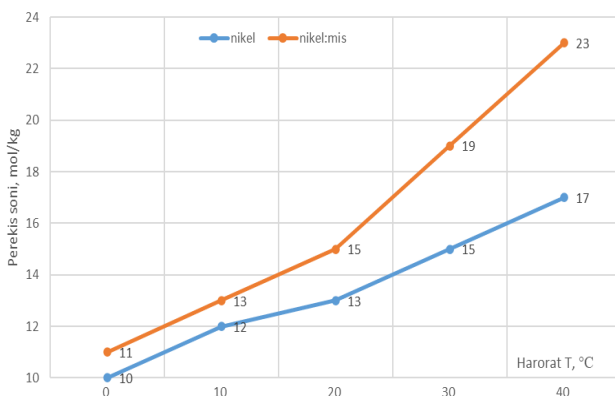
salomasni saqlash davrida perekis sonini 3-4 mol/kg qadar kamroq o'zgarishiga imkon yaratadi. Nikel katalizatoriga nisbatan nikel:mis katalizatoridan foydalanilganda ozuqaviy salomasni saqlash davrida perekis sonini ko'proq oshishi, salomas tarkibidagi to'yinmagan yog' kislotalarining oksidlanishida misning ta'siri yuqoriligi va aktiv markazlarni ko'proq hosil qilishi bilan izohlanadi.

Yuqorida keltirib o'tilgan holatlarni inobatga olgan holda aytish mumkinki, nikel:mis katalizatori ishtirokida olingan ozuqaviy salomasni past haroratda kislorodsiz muhitda saqlash va qayta ishlash tavsiya qilanadi.

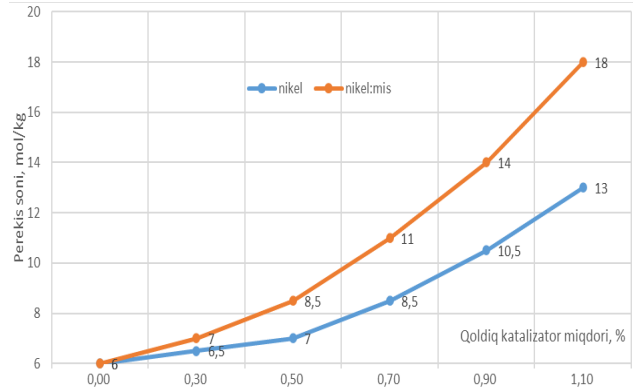
Biz tomonimizdan olib borilgan tadqiqotlarda, ozuqaviy salomaslarni saqlash jarayonida tarkibidagi qoldiq katalizatorlar miqdoriga va salomasning perekis sonini o'zgarishini haroratga bog'liqligi ko'rib chiqildi. Olingan natijalar 1-rasmda keltirilgan.

1-rasmdan ko'rinib turibdiki, nikelli katalizator asosida olingan ozuqaviy salomasning perekis soni 10 °C da 11 mol/kg bo'lsa, haroratni 40 °C ga qadar ko'tarilganida salomasning perekis soni 17 mol/kg qadar ortgan. Nikel:mis asosidagi katalizator yordamida olingan ozuqaviy salomasning perekis soni xuddi shu harorat diapazonlarida mos ravishda 13 mol/kg dan 23 mol/kg qadar ortganligini ko'rishimiz mumkin. Ozuqaviy salomasning perekis soni haroratga to'g'ri proporsional, katalizatorning turiga (nikel va nikel:mis) teskari proporsional ravishda o'zgarayotganini ko'rishimiz mumkin.

Shu bilan birga, moylarni gidrogenlashda nikel asosidagi katalizatorga nisbatan mis metali asosidagi katalizatorlar to'yinmagan yog' kislotalarini gidrogenlash chuqurligiga va olingan tayyor mahsulotlarni oksidlanishida faolroq ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.



1-rasm. Rafinatsiyalangan ozuqaviy salomasning perekis sonini haroratga bog'liq ravishda o'zgarishi.



2-rasm. Rafinatsiyalangan ozuqaviy salomasni saqlash jarayonida tarkibidagi qoldiq katalizator miqdoriga bog'liq ravishda perekis sonining o'zgarishi.

Moylarni oksidlanish jarayoni intensivligini oshirish uchun harorat eng muhim ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasining issiq iqlim sharoitida rafinatsiyalangan ozuqaviy salomasni uzoq muddatli saqlash davomiyligida sifat ko'rsatkichlarini qay darajada o'zgarishi bugungi kunda yetarlicha o'rganilmagan.

Ozuqaviy salomasning perekis sonini o'zgarishiga, ya'ni oksidlanish jarayoniga ta'sir qiluvchi omillardan biri bu - tarkibdagi qoldiq katalizatorning miqdoridir. Izlanishlarimizda ozuqaviy salomasning perekis sonini qoldiq katalizator turiga va miqdoriga bog'liqliligi tadqiq etildi. Nikel va nikel:mis katalizatorlari asosida olingan ozuqaviy salomaslar tarkibidagi qoldiq katalizator miqdori 1,1 mg/kg gacha ekanligi aniqlandi. Yuqorida olib borilgan tadqiqot natijalaridan kelib chiqib, ozuqaviy salomaslarning saqlash muddatlari ham inobatga olindi hamda perekis sonini 30 kun saqlash jarayonidan keyingi o'zgarishi tahlil qilindi. Olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan.

2-rasmdan ko'rinib turganidek, ozuqaviy salomas tarkibidagi qoldiq katalizator miqdorining ortib borishi salomasning perekis sonini eksponensial qonuniyat asosida ortib borishiga olib kelar ekan. Olib borilgan tadqiqotlarimizga mos ravishda nikel katalizatoriga nisbatan nikel:mis katalizatori ishtirokida olingan ozuqaviy salomasning perekis soni jadalroq o'zgarishi aniqlandi. Shu bilan birga, ozuqaviy salomas tarkibidagi qoldiq katalizator miqdorini 0,3 mg/kg dan 1,1 mg/kg ga qadar oshib borishi nikel katalizator ishtirokida olingan ozuqaviy salomasning perekis sonini 6 mol/kg dan 15 mol/kg ga qadar, nikel:mis katalizatori ishtirokida olingan ozuqaviy salomasning perekis sonini esa 6 mol/kg

dan 18 mol/kg qadar ortishiga sabab bo'ldi. Nikel katalizatoriga nisbatan nikel:mis katalizatori ishtirokida olingan salomasning perekis sonini jadal oishir borishi, mis metallini faol oksidlovchilik hususiyatiga hamda ozuqaviy salomasdagi qoldiq katalizator miqdoriga bog'liq bo'lib, salomaslarni rafinatsiyalash jarayonida uning tarkibidagi qoldiq katalizatorni maksimal darajada chiqarib yuborish kerakligini isbotladi.

Xulosa

Olib borilgan tadqiqotlardan xulosa qilib shuni aytish mumkinki, nikel:mis katalizatorlari ishtirokida olingan salomaslarni ikki oygacha

saqlash jarayonida mahsulotning perekis soni eksponensial qonuniyatga asosan 1,8-2,0 martagacha oshishiga olib keladi. Oksidlanish darajasi past bo'lgan va saqlash jarayonida turg'un salomaslarni olish uchun an'anaviy nikel:mis katalizatorlari o'rniga nikelli katalizatorlardan foydalanish va jarayon oxirida katalizator qoldiqlarini minimallashtirish maqsadida katalizator qoldiqlarini gidrogenlangan moy tarkibidan ajratish bo'yicha yechimlarni ishlab chiqish maqsadga muvofiq. Shuningdek, tajribalar natijalariga assoslanir aytish mumkinki, nikel:mis katalizatori ishtirokida olingan ozuqaviy salomasni past haroratda, kislorodsiz muhitda saqlash va qayta ishlash tavsiya qilanadi.

REFERENCES

1. Khamidova M.O. *Tabiiy antioksidantlar yordamida yuqori turg'un margarin mahsulotlarini olish texnologiyasini takomillashtirish. Avtoref. diss. PhD* [Improving the technology of obtaining highly stable margarine products with the help of natural antioxidants. Abstract diss. PhD]. Tashkent. 2020. 36.
2. Maki-Arvela P., Hajek J., Salmi T., Murzin D.Y. Chemoselective hydrogenation of carbonyl compounds over heterogeneous catalysts. *Applied Catalysis A: General*, 2005, 292, 1-49. DOI: 10.1021/cr2000042
3. Anglin J., Bollheimer P., Clements R. Hydrogenation plant-design and operation. *Journal of the American oil chemist's society*, 1983, 60 (4), 743-743.
4. Yegan R., Yearl G.W., Ackerman J. Properties and uses of some unsaturated fatty alcohols and their derivatives. *JAOCS*, 1984, 61, 324-329. DOI: 10.1007/BF02678789
5. Monick J.A. Fatty Alcohols. *JAOCS*, 1979, 56, 853-860.
6. Santacesaria Ye., Ambrosio M., Sorrentino A., Tesser R. Double bond oxidative cleavage of monoenic fatty chains. *Catalysis Today*, 2003, 79-80, 59-65. DOI: 10.3390/catal8100464
7. Hoelderich W.F. Yenvironmentally benign manufacturing of fine and intermediate chemicals. *Catalysis Today*, 2000, 62, 115-130. DOI: 10.1016/S0920-5861(00)00413-2
8. *Handbook of Heterogeneous Catalysis*, 2008, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 3966. DOI: 10.1002/9783527610044
9. Yertl G., Knözinger H., Weitkamp J. *Handbook of Heterogeneous Catalysis*. VCH, Weinheim, Germany, 1997. 2801.
10. Noskov A.S., Romanenko A.V., Simonov P.A. *Catalyst for hydrogenation of vegetable oils and fats, method of its preparation and method of hydrogenation*. Patent RU 2414964, 2011
11. Voeste T., Buchold H. Production of Fatty Alcohols from Fatty Acids. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1984, 61, 350-352. DOI: 10.1007/s11746-999-0151-y
12. Ponec V. On the role of promoters in hydrogenations on metals; α,β -unsaturated aldehydes and ketones. *Applied Catalysis A: General*, 1997, 149(1), 27-48. DOI: 10.1016/S0926-860X(96)00250-5.
13. Adkins H., Sauer J. The Selective Hydrogenation of Unsaturated Yesters to Unsaturated Alcohols. *J. Am. Chem. Soc.*, 1937, 59, 1-3.
14. Adkins H., Burgoyne Ye. Schneider H. The copper-chromium oxide catalyst for hydrogenation. *J. Am. Chem. Soc.*, 1950, 72(1), 2626-2629.
15. Demmering G., Heck S., Kubersky H. *Oxidic aluminum/zinc catalysts and a process of producing unsaturated fatty alcohols*. Patent US, 5399792, 2001.
16. Wiczorek F., Konetzke G., Seifert Ye. *Process for the preparation of unsaturated fatty alcohols from lauric oils*. Patent US, 6187974, 2005.
17. Rittmeister W., Rutzen H., Holthausen D. *Process industriales de prducción de alchles grass*. Patent US, 3729520, 2007.
18. Demmering G. *Continuous Production of Fatty Acid Mono and diglycerides*. Patent US, 6683225, 2001.
19. Silva A.M., Santos O.A.A. b, Mendes M.J., Jordão E., Fraga M.A. Hydrogenation of citral over ruthenium-tin catalysts. *Appl. Catal. A: General*, 2003, 241(1-2), 155-165. DOI: 10.1016/S0926-860X(02)00463-5
20. Narayanan S. Selective hydrogenation of unsaturated aldehydes and ketones. *Bull. Catal. Soc. India*, 2003, 2, 107-121.
21. Singh U., Vannice M. Kinetics of liquid-phase hydrogenation reactions over supported metal catalysts - a review. *Appl. Catal. A: General*, 2001, 213(1), 1-24. DOI: 10.1007/s11244-015-0367-z
22. Maki P., Hajek J., Salmi T., Murzin D. Chemoselective hydrogenation of carbonyl compounds over heterogeneous catalysts. *Appl. Catal. A: General*, 2005, 292, 1-49. DOI: 10.1016/j.apcata.2005.05.045
23. Narasimhan C.S., Des'hpande V.M., Ramnarayan K. Selective hydrogenation of unsaturated aldehydes and ketones. *J. Catal.*, 1990, 121, 174-182. DOI: 10.1039/C7CC04759B
24. Arutyunyan N.S., Yanova L.I., Arisheva Ye.A. *Laboratory praktikum po tekhnologii pererabotki zhirov* [Laboratory workshop on fat processing technology]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1991, 160.
25. Romeu-Nadal, M. Chávez-Servín, J. L. Castellote, A. I. Rivero, M. López-Sabater, M.C.: Oxidation stability of lipid fraction in milk powder formulas. *Food Chemistry*, 2007, 100, 756-763. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.10.037
26. Warner K., Yeskin N.A. *Methods to asses quality and stability of oils and fat containing foods*. Champaign, Illinois, AOCS PRESS, 1995. 220.
27. Gómez-Coronado D.J.M., Ibanez Ye., Rupérez, F.J., Barbas C. Tocopherol measurement in yedible products of vegetable origin. *Journal of Chromatography A*, 2004, 1054(1-2), 227-233. DOI: 10.1016/J.CHROMA.2004.08.072
28. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 17.11.2020 yildagi Qarori «Yog'-moy mahsulotlari xavfsizligi to'g'risidagi texnik reglament [Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated 17.11.2020 "Technical regulation on the safety of oil products]. www/http. LEX.UZ.