UDK:02.00.00

O‘SIMLIK MOYLARI TARKIBIDAGI YOG‘ KISLOTALARINI O‘RGANISHNING FIZIK-KIMYOVIY ASOSLARI

Komila Bebitova

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand Davlat Universiteti, 2-kurs magistranti

E-mail: bebitovakomila@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada o‘simlik moylari tarkibidagi yog‘ kislotalarning fizik-kimyoviy xossalari va ularni aniqlash usullari tahlil qilinadi. Yog‘ kislotalarining tuzilishi, to‘yinmaganlik darajasi, erish harorati, yod soni, peroksid soni va HLB qiymatlari ularning sanoatdagi funksional qo‘llanilishiga bevosita ta’sir qiladi. Gaz xromatografiyasi, infraqizil spektroskopiya, yadroviy magnit rezonansi kabi zamonaviy tahlil usullarining afzalliklari yoritilgan. Olingan ma’lumotlarning oziq-ovqat xavfsizligi, farmatsevtika, bioyoqilg‘i va kosmetika sanoatidagi amaliy ahamiyati asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: yog‘ kislotalari, o‘simlik moyi, gaz xromatografiyasi, fizik-kimyoviy xossalar, yod soni, peroksid soni, biofaollik, HLB, esterlash

Аннотация: В статье рассматриваются физико-химические свойства жирных кислот, содержащихся в растительных маслах, а также современные методы их анализа. Структура кислот, степень ненасыщенности, температура плавления, йодное и пероксидное числа, а также значение HLB напрямую влияют на технологическое применение масел. Описаны преимущества газовой хроматографии, инфракрасной спектроскопии и ядерного магнитного резонанса. Обоснована практическая значимость полученных данных в пищевой, фармацевтической, косметической промышленности и при производстве биотоплива.

Ключевые слова: жирные кислоты, растительное масло, газовая хроматография, физико-химические свойства, йодное число, пероксидное число, биоактивность, HLB, этерификация

Abstract: This article explores the physicochemical properties of fatty acids found in vegetable oils and the analytical methods used for their identification. The molecular structure, degree of unsaturation, melting point, iodine value, peroxide value, and HLB index directly influence their industrial applications. The study highlights the advantages of gas chromatography, infrared spectroscopy, and nuclear magnetic resonance. The practical relevance of the findings is discussed in the context of food safety, pharmaceuticals, cosmetics, and biofuel production.

Keywords: fatty acids, vegetable oil, gas chromatography, physicochemical properties, iodine value, peroxide value, bioactivity, HLB, esterification.

Kirish

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda o‘simlik moylari tarkibidagi yog‘ kislotalarining fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish oziq-ovqat xavfsizligi, farmatsevtika, kosmetologiya hamda ekologik barqarorlikni ta’minlash yo‘lidagi ilmiy izlanishlarning ajralmas qismi bo‘lib qolmoqda. O‘simlik moylari tarkibidagi asosiy komponentlar bo‘lgan yog‘ kislotalarining molekulyar tuzilishi, erish-qaynash harorati, oksidlanish barqarorligi va emulgatsiya qobiliyati ularning amaliyotda qo‘llanilish doirasini belgilaydi. Fizik kimyo nuqtai nazaridan, bu xossalar termodinamik, kinetik, va fazalararo muvozanat qonuniyatlari asosida tushuntiriladi. Masalan, yog‘ kislotalarining erkin energiyasi (ΔG) va oksidlanish entalpiyasi (ΔH) ularning kimyoviy barqarorligiga va reaktivligiga bevosita ta’sir qiladi. O‘simlik moylarida mavjud bo‘lgan triatsetilglitseridlar gidrolizlanib erkin yog‘ kislotalarni hosil qilganida, kislotalik soni ortadi, bu esa mahsulotning yaroqlilik muddatini qisqartiradi [1].

Shuningdek, molekuladagi qo‘sh bog‘lar soni (to‘yinmaganlik darajasi) yod soni orqali aniqlanadi va u lipidlar tarkibidagi reaktivlik darajasini belgilashda muhim fizik-kimyoviy ko‘rsatkich hisoblanadi [2]. Yod soni yuqori bo‘lgan moylar oksidlovchi muhitda tezroq buziladi, chunki to‘yinmagan bog‘lar yuqori erkin energiyaga ega va kislorod bilan tez reaksiyaga kirishadi. Bu holat peroksid sonining ortishiga olib keladi, bu esa termodinamik jihatdan noturg‘un peroksidlar hosil bo‘lishini bildiradi. Yog‘ kislotalarining termik barqarorligi esa ularning molekulyar massasiga, zanjir uzunligiga va qo‘sh bog‘lar soniga bog‘liq. Masalan, stearin kislotasi (C18:0) yuqori haroratda nisbatan barqaror bo‘lsa, linolen kislotasi (C18:3) past haroratda ham tez oksidlanib ketadi. Bu farqlar Arrenius tenglamasi asosida harorat ta’sirida reaksiyalar tezligini tahlil qilish imkonini beradi.

Arrenius tenglamasi:

$$k = A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

Bu yerda:k – reaksiyaning tezlik konstantasi, A – preeksponential faktor, E_a – aktivatsiya energiyasi (kJ/mol), R – gaz doimiysi (8.314 J/mol·K), T – mutlaq harorat (K).

Yana bir muhim fizik-kimyoviy parametr — Hydrophilic-Lipophilic Balance (HLB). Bu ko‘rsatkich yog‘ kislotalarining suvga yoki moyga moyilligi darajasini bildiradi va u emulsifikatsiya tizimlarida muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan, linolein kislotasi kabi ko‘p to‘yinmagan kislotalar HLB qiymati yuqoriligi sababli kosmetik emulsiyalarda ko‘proq ishlatiladi.

ISSN 3030-3907

1-Jadval

Ba’zi asosiy yog‘ kislotalarning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

Yog‘ kislotasi	Molekulyar formulasi	Erish harorati (°C)	Yod soni	Kislotalik soni	Termik barqarorlik	HLB qiymati
Palmitin (C16:0)	$C_{16}H_{32}O_2$	63	0	Past	Yuqori	1–2
Stearin (C18:0)	$C_{18}H_{36}O_2$	69.6	0	Past	Yuqori	1–2
Olein (C18:1)	$C_{18}H_{34}O_2$	13–14	86–92	O‘rtacha	O‘rtacha	6–8
Linolein (C18:2)	$C_{18}H_{32}O_2$	-5	170–180	Yuqori	Past	8–10
Linolen (C18:3)	$C_{18}H_{30}O_2$	-11	>190	Yuqori	Juda past	10–12

Yuqoridagi jadvalda keltirilgan asosiy yog‘ kislotalarining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari ularning molekulyar tuzilishiga bevosita bog‘liq. To‘yingan yog‘ kislotalar (palmitin va stearin) zanjirida qo‘sh bog‘lar mavjud bo‘lmaganligi sababli molekulalar zich joylashadi, bu esa kristall panjarani mustahkam qiladi va natijada erish haroratining yuqori bo‘lishiga olib keladi. Shu sababli bu kislotalar yuqori termik barqarorlikka ega bo‘lib, ular oziq-ovqat va kosmetik mahsulotlarning saqlanish muddatini uzaytirishda foydali.

Aksincha, to‘yinmagan yog‘ kislotalar (olein, linolein, linolen) molekulalarida bir yoki bir nechta qo‘sh bog‘lar mavjud. Ushbu qo‘sh bog‘lar molekulaning “bukilishiga” sabab bo‘lib, zanjirlarning o‘zaro yaqinlashuvini qiyinlashtiradi, bu esa erish haroratini pasaytiradi va moddani suyuq holatda saqlab turadi. Shu bilan birga, bu qo‘sh bog‘lar reaktiv bo‘lib, kislorod bilan oson oksidlanadi. Shu sababli peroksid soni yuqori bo‘ladi, ya’ni bunday moylar saqlanishda tez aynishi mumkin. Ayniqsa linolen kislotasi ko‘p qo‘sh bog‘larga ega bo‘lgani uchun u juda kam barqaror va kislorodga nisbatan sezuvchan. Yod sonining qiymati ham kislotalarning to‘yinmaganlik darajasini bevosita aks ettiradi. Yod soni qanchalik yuqori bo‘lsa, to‘yinmagan bog‘lar soni shunchalik ko‘p bo‘ladi. Bu ko‘rsatkich ayniqsa bioyoqilg‘i tayyorlashda muhim bo‘lib, reaktivlikni va esterifikatsiya samaradorligini belgilaydi.

Shuningdek, HLB (Hydrophilic-Lipophilic Balance) ko‘rsatkichi kislotalarning emulsiya hosil qilishdagi samaradorligini ko‘rsatadi. U yuqori bo‘lgan kislotalar (masalan, linolen) suv bilan yaxshi aralashadi, bu esa ularni kosmetika va farmatsevtika emulsiyalarida qo‘llash imkonini beradi. Aksincha,

ISSN 3030-3907

HLB past bo‘lgan kislotalar (stearin, palmitin) esa yog‘ asosli kremlar va suyuq moylar tarkibida faol ishlatiladi. Umuman olganda, ushbu fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarning har biri o‘simlik moyining funksional xossalarini belgilab beradi va ularni aniq sanoat maqsadlarida qo‘llash imkonini beradi: masalan, oziq-ovqatda barqarorlik va lazzatni saqlash, farmatsevtikada tashuvchi moddalar sifatida, yoki biopolimer ishlab chiqarishda xom

TADQIQOT USULLARI VA NATIJALAR

O‘simlik moylari tarkibidagi yog‘ kislotalarni sifat va miqdor jihatidan aniqlash — ularning funktsional xususiyatlarini o‘rganish, sanoat talablariga javob beradigan mahsulotlar ishlab chiqish va sifat nazoratini ta’minlashda muhim bosqich hisoblanadi. Bu maqsadda zamonaviy analitik kimyo va fizik kimyo yutuqlariga asoslangan quyidagi usullar keng qo‘llaniladi.

Gaz xromatografiyasi (GC) Gaz xromatografiyasi — yog‘ kislotalarining eng aniq va takrorlanuvchan tahlil usullaridan biri bo‘lib, ularni metil esterlar shaklida ajratish asosida bajariladi. Chunki erkin yog‘ kislotalar gaz xromatografik sharoitda barqaror emas. Esterifikatsiya reaktsiyasi natijasida hosil bo‘lgan metil esterlar uchuvchanlik xossasiga ega bo‘lib, kolonka bo‘ylab harakatlanish tezligi ularning karbon zanjiri uzunligi va to‘yinmaganlik darajasiga bog‘liq. Ushbu usulda alevtrotermik muvozanat, sorbtsiya-desorbtsiya jarayonlari va komponentlarning gaz-faza xossalari fizik kimyoviy asos sifatida xizmat qiladi. Ajratilgan komponentlar flame ionization detector (FID) yoki mass-spektral detektor (GC-MS) yordamida aniqlanadi. Afzalliklari: yuqori aniqlik, aralashmalarni ajratish qobiliyati, sifat va miqdoriy tahlil imkoniyati. Kamchiliklari: namunani oldindan kimyoviy ishlov berish zarurati, qimmat jihozlar.

Infraqizil (IR) spektroskopiya; Infraqizil spektroskopiya — yog‘ kislotalardagi funktsional guruhlarni (karboksil –COOH, alken =C–H, metilen –CH2–) aniqlashga asoslangan tezkor usuldir. Bu usul moddaning infraqizil diapazondagi nur so‘rishini o‘lchashga asoslangan bo‘lib, qattiq, suyuq yoki plyonka holatidagi namunalarni tekshirishga imkon beradi. Fizik kimyo nuqtai nazaridan bu usul molekulyar vibratsiyalar (cho‘zilish, egilish, aylanish) orqali moddaning tuzilmasi haqida ma’lumot beradi. Masalan, 1700 sm^{-1} atrofidagi so‘rilish chizig‘i karboksil guruhiga xos bo‘lib, yog‘ kislotasi mavjudligini bildiradi. Afzalliklari: tezkorlik, namunani minimal tayyorlash, arzonlik. Kamchiliklari: faqat sifat tahlil, aralashmalarda to‘liq ajratish qiyin.

Yadroviy magnit rezonansi (NMR) NMR spektroskopiyasi — yog‘ kislotalarning molekulyar strukturasi, qo‘sh bog‘lar joylashuvi, va stereokimyosini aniqlovchi eng chuqur analitik usullardan biridir. Ayniqsa ^{1}H-NMR va ^{13}C-NMR

ISSN 3030-3907

texnikalari yog‘ kislotalar molekulalaridagi har bir atomning atrofidagi elektron muhitini aks ettiradi. Fizik kimyo asosida, bu usul magnit maydonda aylanuvchi yadrolarning rezonans chastotasi va ularning kimyoviy siljishi (chemical shift) orqali aniqlanadi. Masalan, doimiy uzun zanjirli kislotalarda metilen guruhlari ~1.2 ppm, alken protonlari esa ~5.3 ppm atrofida signal beradi. Afzalliklari: aniq strukturaviy ma’lumot, izomerlar farqini ko‘rsatish. Kamchiliklari: yuqori xarajat, faqat laboratoriya sharoitida.

Esterifikatsiya va saponifikatsiya testlari Esterifikatsiya usuli — erkin yog‘ kislotalarni spirtlar bilan reaksiya qilish orqali aniqlashni o‘z ichiga oladi. Masalan, metanol bilan reaktsiyaga kiris/hib metil esterlar hosil qiladi, bu esa GC yoki boshqa usullar bilan tahlil qilinadi. Esterifikatsiya Le-Chatelier prinsipi asosida — orqaga qaytuvchi reaksiyalarning muvozanatini oldinga siljitish orqali bajariladi. Saponifikatsiya testi esa moydagi umumiy yog‘ kislotalar miqdorini aniqlashda ishlatiladi. Moylar gidroksid (masalan, KOH) bilan qizdirilib sabunlash reaksiya natijasida glitserin va yog‘ kislotalar tuzlari (sabunlar) hosil qiladi. Sarf bo‘lgan gidroksid miqdori asosida saponifikatsiya soni hisoblanadi. Afzalliklari: arzon va oddiy, umumiy miqdorni aniqlashda samarali. Kamchiliklari: komponentlar ajratilmaydi, faqat umumiy qiymat olinadi.

XULOSA

O‘simlik moylari tarkibidagi yog‘ kislotalarining fizik-kimyoviy xossalarini chuqur o‘rganish, ularning biologik ahamiyatini aniqlash, va turli sanoat tarmoqlarida maqsadli qo‘llash imkoniyatlarini ochib beradi. Bunday tahlillar bugungi kunda oziq-ovqat xavfsizligidan tortib, farmatsevtika, bioyoqilg‘i va kosmetika sanoatiga qadar keng doirada talab etilmoqda. Oziq-ovqat sanoatida, yog‘ kislotalarning tarkibi ularning oksidlanish darajasi, raf umrining uzunligi va inson salomatligiga ta’siri bilan bevosita bog‘liq. Masalan, linolein va olein kabi to‘yinmagan kislotalar yurak-qon tomir kasalliklarining oldini olishda foydali hisoblanadi, ammo ularning yuqori oksidlovchanligi saqlash sharoitlariga bo‘lgan talabni kuchaytiradi. Fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar — yod soni, peroksid soni va kislotalik soni — yog‘ mahsulotlarining sifatini nazorat qilishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Farmatsevtik sohada esa zig‘ir, namatak, kanakunjut kabi dorivor o‘simlik moylarida mavjud bo‘lgan faol yog‘ kislotalarning standartlanishi va xromatografik identifikatsiyasi dori vositalarining sifatini ta’minlashga xizmat qiladi. Ayniqsa, omega-3 va omega-6 kislotalari kabi bioreaktiv komponentlarning miqdoriy tahlili muhim ahamiyat kasb etadi.Bioyoqilg‘i ishlab chiqarishda esa yog‘ kislotalarining strukturasi va to‘yinmaganlik darajasi muhim hisoblanadi. Ko‘p to‘yinmagan kislotali moylar metanol bilan reaksiyaga kirishib yuqori unumli metil esterlar (biodizel) hosil qiladi. Bu jarayonda reaksiyaning kinetikasi,

ISSN 3030-3907

katalizator tanlovi va termodinamik shart-sharoitlar fizik kimyoning amaliy natijasidir.

Kosmetika va biopolimerlar sohalarida esa yog‘ kislotalarning HLB ko‘rsatkichiga asoslangan emulgatorlik qobiliyati, namlovchi va yumshatuvchi ta’siri ularning formulalarda ishlatilishini belgilaydi. Ayniqsa, linolen kislotasi kabi yuqori HLB qiymatiga ega komponentlar suv asosidagi emulsiya tizimlarida muhim rol o‘ynaydi.

Umuman olganda, o‘simlik moylari tarkibidagi yog‘ kislotalarning fizik-kimyoviy tahlili faqatgina kimyoviy strukturani aniqlash bilan cheklanib qolmay, balki ushbu komponentlarning amaliyotdagi funksional qiymatini aniqlab berishga xizmat qiladi. Bunday yondashuv ilmiy asoslangan texnologik yechimlar ishlab chiqish, sifat nazoratini optimallashtirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash imkonini yaratadi. Yog‘ kislotalarni GC, IR, NMR va boshqa tahlil usullari orqali o‘rganish esa ularning molekulyar strukturasidan tortib, biofaollik darajasigacha bo‘lgan barcha bosqichlarda chuqur va aniq tahlil olib borishga imkon beradi. Bu orqali turli sohalarda raqobatbardosh, samarali va ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yiladi.

FOYDANILGAN ADABIYOTLAR

1. Gunstone F. D. Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses. – 2nd ed. – Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. – 375 b.
2. Qurbonov B. I., Salimov A. M. Fizikaviy va kolloid kimyo. – Toshkent: O‘qituvchi, 2006. – 420 b.
3. Чернов А. П., Андреев В. А. Физико-химические основы технологии масел и жиров. – Москва: КолосС, 2011. – 368 с.
4. Christie W. W. Gas Chromatography and Lipids: A Practical Guide. – Bridgewater: The Oily Press, 1989. – 311 b.
5. AOAC Official Method 969.33. Fatty Acids in Oils and Fats // Official Methods of Analysis. – 21st ed. – Washington, D.C.: AOAC International, 2019.
6. Omonov Sh. O., Yusupova M. X. Organik moddalarning fizik-kimyoviy asoslari. – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2020. – 167 b.
7. Мазурин И. П., Николаев А. В. Химия и технология жиров. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1990. – 320 с.
8. Salimon J., Abdullah B. M., Salih N. Fatty acid composition and physicochemical properties of Malaysian castor bean Ricinus communis L. seed oil // Malaysian Journal of Analytical Sciences. – 2010. – Vol. 14, №1. – B. 22–28.
9. Normurodov D. Sh. O‘simlik moylari texnologiyasi. – Toshkent: Mehnat, 2010. – 240 b.

ISSN 3030-3907

10. Белиц Х.-Д., Грош В., Шиберле П. Пищевая химия. – Москва: БИНОМ, 2012. – 1070 с.
11. Ahmad M., Zia-Ul-Haq M., Iqbal S. Fatty Acid Composition of Linseed (Linum usitatissimum L.) Oil and Its Industrial Applications // Journal of Medicinal Plants Research. – 2011. – Vol. 5(10). – P. 1951–1954.
12. Azizova R. R., Rashidova S. S. Kimyoviy moddalarning tahlil usullari. – Toshkent: Innovatsiya, 2017. – 310 b.
13. ГОСТ 54758–2011. Растительные масла. Методы определения кислотного и йодного чисел. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 12 с.
14. Hamilton R. J., Hamilton S. Lipid Analysis: A Practical Approach. – Oxford: IRL Press, 1992. – 250 b.
15. Maxmudov N. F. Qishloq xo‘jalik mahsulotlarining sifatini baholash. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2014. – 132 b.
16. Корнеев Н. А. Хроматография в анализе пищевых продуктов. – Санкт-Петербург: Химия, 2014. – 290 с.
17. Levina I. A. Fatty acids and their derivatives in cosmetics. – Moscow: Mir, 2018. – 240 p.

ISSN 3030-3907