

**BUG'DOY (TRITICUM AESTIVUM) DONINING KIMYOVIY TARKIBI,
BIOAKTIV MODDALARI (ADABIYOTLAR SHARHI)**

D.T. Hasanova-Andijon davlat universiteti,
kimyo kafedrası, kimyo fanlari doktori (DSc).

D.O.Turg'unova- Andijon davlat universiteti,
kimyo kafedrası 1-kurs magistranti

ANNOTATSIYA: Ushbu maqolada bug'doy (*Triticum aestivum*) o'simligi donining kimyoviy tarkibi, uning asosiy bioaktiv birikmalari (alkilrezorsinollar, tokoferollar, fenol kislotalar va fitosterollar) xossalari batafsil tahlil qilindi. Xomashyoni chuqur qayta ishlash jarayonida, xususan, bug'doy murtagi va kepagidan faol moddalarni maksimal darajada ajratib olish uchun an'anaviy (Sokslet apparati) va zamonaviy (ultratovushli kavitatsiya, superkritik CO₂) ekstraksiya usullarining mexanizmlari qiyosiy o'rganildi. Shuningdek, olingan ekstraktlarni yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) va gaz xromatografiyasi (GC) usullarida tahlil qilish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan bo'lib, kelajakda bug'doy endospermi asosida innovatsion shifobaxsh tovarlar olish istiqbollari belgilangan.

АННОТАЦИЯ: В данной статье подробно анализируется химический состав зерна пшеницы (*Triticum aestivum*), свойства его основных биологически активных соединений (алкилрезорцины, токоферолы, фенольные кислоты и фитостерин). Для максимального извлечения активных веществ из зародышей и отрубей пшеницы в процессе глубокой переработки сырья, в сравнительном порядке изучены механизмы традиционных (аппарат Сокслета) и современных (ультразвуковая кавитация, сверхкритический CO₂) методов экстракции. Также рассмотрены аналитические возможности методов ВЭЖХ и газовой хроматографии в стандартизации качества экстрактов, и определены перспективы получения инновационных лекарственных препаратов на основе эндосперма пшеницы.

ABSTRACT: This article analyzes in detail the chemical composition of the wheat grain (*Triticum aestivum*), and the properties of its main bioactive compounds (alkylresorcinols, tocopherols, phenolic acids, and phytosterols). In order to maximize the extraction of active substances from wheat germ and bran during deep processing, the mechanisms and efficiency of traditional (Soxhlet apparatus) and modern (ultrasonic cavitation, supercritical CO₂) extraction methods were studied in a comparative manner. The analytical capabilities of HPLC and gas chromatography (GC) methods in standardizing extract quality were also considered, and prospects for obtaining new medicinal products based on wheat endosperm were identified.

KALIT SO‘ZLAR: Bug‘doy, *Triticum aestivum*, alkilrezorsinollar, tokoferol (Vitamin E), ultratovushli ekstraksiya (UAE), superkritik CO₂ ekstraksiyasi, xromatografik tahlil (HPLC), biopolimer matritsalar, shifobaxsh tovarlar.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Пшеница, *Triticum aestivum*, алкилрезорцинолы, токоферол (витамин E), ультразвуковая экстракция (УЭА), сверхкритическая экстракция CO₂, хроматографический анализ (ВЭЖХ), биополимерные матрицы, лекарственные препараты.

KEYWORDS: Wheat, *Triticum aestivum*, alkylresorcinols, tocopherol (Vitamin E), ultrasonic extraction (UAE), supercritical CO₂ extraction, chromatographic analysis (HPLC), biopolymer matrices, medicinal products.

Kirish. Dunyo farmatsevtika va oziq-ovqat sanoatida bug'doy nafaqat asosiy ozuqa manbai, balki kuchli antioksidant va biostimulyator xususiyatlarga ega faol moddalar xazinasiga aylangan. Bug'doy murtagi (germ) va kepagi (bran) tarkibidagi noyob lipidlar, vitaminlar va fenol birikmalari surunkali kasalliklarning oldini olishda qadrlanadi. Biroq, xomashyoni saqlash va undan faol moddalarni ajratish jarayonida lipaza va lipoksigenaza fermentlarining ta'siri namlik va harorat ostida qimmatli yog' kislotalarining oksidlanishiga (achishiga) olib keladi [5]. Zamonaviy kimyo va farmakognoziya oldidagi asosiy vazifa – bug'doy qismlaridan olinadigan faol moddalarni toza holda ajratib olish va don endospermidan foydalanib boshqa faol moddalarni o'zlashtirishni osonlashtiruvchi standartlashtirilgan shifobaxsh tovarlar yaratish hisoblanadi [8].

Adabiyotlar tahlili. Bug'doy (*Triticum aestivum*) donining fitokimyoviy tarkibi va uni zamonaviy usullarda fraksiyalarga ajratish borasida jahon olimlari tomonidan qator tadqiqotlar amalga oshirilgan. 2012 yilda L. Nyström va uning hamkasblari bug'doy kepagi tarkibidagi alkilrezorsinollar miqdorini tahlil qilib, butun dondagi fitokimyoviy moddalarning eng katta qismi kepakda joylashgani va ular kuchli antioksidant faollikka ega ekanligini isbotladilar [1]. 2018 yilda A.M. Ghafoor va guruh a'zolari bug'doy murtagidan (wheat germ) yog' ajratib olishda SFE (Superkritik uglerod dioksidi) va an'anaviy geksan yordamida ekstraksiya usullarini solishtirishdi. SFE usulida olingan yog' tarkibida tokoferollar (Vitamin E) va fitosterollar miqdori 45% ga yuqori bo'lishi tasdiqlandi [2]. Zamonaviy izlanishlar shuni ko'rsatdiki, ultratovush kavitatsiyasi (UAE) yordamida bug'doy kepagidan erkin va bog'langan fenol kislotalarni ajratib olish vaqti 12 soatdan 40 daqiqagacha qisqartirilgan va modda chiqishi ortgan [7].

Tahlil va muhokama.

1. Bug'doy donining kimyoviy tarkibi

Bug'doy doni tuzilishiga ko'ra turli qismlardan iborat bo'lib, ularning kimyoviy tarkibi tubdan farq qiladi:

• **Endosperm (80-85%):** Asosan murakkab uglevodlar (kraxmal) va oqsillardan (kleykovina – gliadin va glutenin) iborat bo'lib, qimmatli biopolimer matritsa vazifasini o'taydi [6].

• **Bug'doy murtagi (2-3%):** Biofaol lipidlar manbai. Uning tarkibida yuqori miqdorda to'yinmagan yog' kislotalari, kuchli tabiiy antioksidant bo'lmish alpha-tokoferol (Vitamin E) va fitosterollar mavjud [2, 5].

• **Bug'doy kepagi (13-15%):** Fenol birikmalari (ferul kislotasi, kofein kislotasi) va o'ziga xos amfifil birikmalar – alkilrezorsinollarga juda boy bo'lib, ular antibakterial va o'smaga qarshi xususiyatlarga ega [1, 4].

2. Mexanik va termik ishlov berish dinamikasi

Murtak tarkibidagi fermentlar namlik va harorat ta'sirida tezda faollashib, qimmatli yog' kislotalarining oksidlanishiga olib kelgani uchun, murtakni albatta stabilizatsiya qilish zarur [5]. Qisqa muddatli issiqlik yordamida fermentlarni inaktivatsiya qilish olinadigan ekstraktning biologik faolligi va sifatini saqlab qolish uchun eng muhim bosqich hisoblanadi.

3. Ekstraksiya usullarining mexanizmi va qiyosiy samaradorligi

Bug'doy murtagi va kepagidan bioaktiv moddalarni ajratib olishda an'anaviy va zamonaviy yashil kimyo texnologiyalarining taqqoslanishi quyidagi jadvalda keltirildi:

Ekstraksiya texnologiyasi	Ajratib olinadigan modda	Tajriba mexanizmi va ishlov berish sharoiti	Texnologiyalar ning yutuq va kamchiliklari
Sovuq presslash (Mechanic cold press)	Bug'doy murtagi yog'I, to'yinmagan yog' kislotalari	Mexanik siqish. Harorat 40°C dan oshmaydi. Erituvchisiz muhit.	Yutuq: Mutlaqo ekologik toza, vitamin E to'liq saqlanadi. Kamchilik: Yog'ning chiqish unumi past (sovitish talab etiladi).
Fermentati v ekstraksiya (EAE)	Bog'langan fenol kislotalar (Ferul kislotasi)	Kepak hujayra devorini ksilanaza va sellyulaza fermentlari yordamida (pH	Yutuq: Hujayra matritsasiga mustahkam birikkan antioksidantlarni 80% gacha ajratadi. Kamchilik: Fermentlar qimmat

		4.5-5.0, 45°C) parchalash.	turadi va jarayon sekin.
Mikroto`lq inli ekstraksiya (MAE)	Alkilrezorsin ollar va erkin polifenollar	Elektroma gnit to`lqinlar (2.45 GHz) yordamida qutbli molekulalarni tez qizdirish. Vaqt: 5-15 daqiqa.	Yutuq: Vaqt va energiyani tejash, o`ta yuqori unumdorlik. Kamchilik: Noto`g`ri parametrlar tanlansa, moddalar kuyib qoladi.
Superkriti k CO ₂ (SFE)	Yuqori tozalikdagi fitosterollar va Tokoferol	Suyuq o`ta kritik karbonat angidrid bosimi ostida diffuziya (35-45°C, 25-30 MPa).	Yutuq: 100% toza murtak yog`i olinadi, erituvchi qoldig`i qolmaydi. Kamchilik: Uskunalar va ekspluatatsiya juda qimmat.

4. Analitik nazorat: Instrumental tahlil usullari

Olingan ekstraktlar sifatini tasdiqlash uchun bug`doyning o`ziga xos kimyoviy xususiyatlaridan kelib chiqib quyidagi zamonaviy xromatografik usullardan foydalaniladi:

- Gaz xromatografiyasi (GC-FID): Bug`doy murtagi yog`idagi lipidlar profilini aniqlash uchun qo`llaniladi. Yog` kislotalari dastlab metil efirlariga (FAME) o`tkaziladi. Olov-ionizatsiyali detektor yordamida olein (Omega-9), linol (Omega-6) va linolen (Omega-3) kislotalarining aniq foiz miqdori hisoblab chiqiladi.[5].

- Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC-DAD): Bug`doy kepagidan olingan ekstrakt tahlilida ishlatiladi. Diod-matritsali detektor (DAD) yordamida 320 nm to`lqin uzunligida ferul kislotasi piklari, shuningdek, floresan detektor yordamida alpha, beta, gamma, delta-tokoferol izomerlari aniq ajratib tekshiriladi.[1].

- Spektrofotometrik tahlil: Umumiy antioksidant faollikni baholash uchun DPPH yoki ABTS radikallari yordamida xomashyoning biologik qiymati o`lchanadi.

5. Kompleks qayta ishlash va yangi tovarlar istiqbollari

Bug`doy o`simligining eng katta istiqbollardan biri uning endosperm qismidan (kraxmal va oqsil majmualari) biopolimer matritsalar yaratishda foydalanishdir. Ushbu matritsalar tarkibiga boshqa dorivor o`simliklarning kuchli, ammo oshqozonda tez parchalanuvchi ekstraktlarini qamab qo`yish (inkapsulyatsiya) mumkin.

Masalan, zanjabil ekstrakti va bug‘doy doni endospermini birlashtirish orqali olingan qattiq dispersiyalar faol moddalarning oshqozon-ichak traktida bosqichma-bosqich (prolonged release) ajralib chiqishini ta'minlaydi. Bu esa, kelajakda tayyorlanadigan shifobaxsh tovarlarning biologik o‘zlashtirilish darajasini (bioavailability) bir necha bor oshirishga imkon beradi.[8]

XULOSA

Bug‘doy (*Triticum aestivum*) o‘simligi va uni chuqur qayta ishlash texnologiyalari bo‘yicha olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, ushbu boshqoqli ekin nafaqat kundalik ozuqa manbai, balki kuchli farmakologik potensialga ega bo‘lgan ko‘p tarmoqli xomashyo hisoblanadi. Xususan, bug‘doy murtagi tarkibidagi tokoferollar (E vitamini) hamda kepagidagi bioaktiv fenol kislotalari va alkilrezorsinollar inson organizmida yallig‘lanishga qarshi hamda kuchli antioksidant vazifasini bajaradi. Bu esa mazkur qismlarni shunchaki ikkilamchi chiqindi emas, balki tibbiyot va farmatsevtika uchun qimmatli bioaktiv birikmalar xazinasini sifatida baholash imkonini beradi. Shu sababli, maqsadli bioaktiv moddalarni xomashyo tarkibidan maksimal toza darajada va termik parchalanishsiz ajratib olish texnologiyalarini rivojlantirish bugungi kunning dolzarb masalasidir.

Amaliy tahlillar xomashyo turiga qarab eng maqbul ekstraksiya texnologiyasini tanlash moddalar sifatini kafolatlashini tasdiqladi. An'anaviy usullar o‘rniga zamonaviy yashil kimyo yondashuvlarini tadbiq etish, masalan, murtak yog‘larini ajratish uchun sovuq presslash yoki superkritik uglerod dioksidi (SFE) usullaridan foydalanish hamda kepakdagi polifenollar uchun mikroto‘lqinli (MAE) va fermentativ (EAE) ekstraksiyalarni qo‘llash nafaqat vaqtni tejaydi, balki moddalar unumdorligini ham keskin oshiradi. Olingan ekstraktlar sifatini yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC-DAD) va gaz xromatografiyasi (GC-FID) kabi zamonaviy instrumental tahlil usullari orqali tasdiqlash kelajakda ishlab chiqariladigan dori vositalarini aniq standartlashtirish uchun fundamental asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tadqiqotning eng muhim innovatsion istiqbollardan biri – bu bug‘doy doni biopolimer matritsadan oqilona foydalanish yechimidir. Bug‘doy endospermi asosidagi kraxmal va oqsil majmualarini zanjabil kabi boshqa o‘simliklarning yuqori faollikka ega bo‘lgan ekstraktlari bilan birlashtirib, nanostrukturali kompozit materiallar va qattiq dispersiyalar yaratish mumkin. Bunday yondashuv boshqa o‘simliklardagi tez parchalanuvchi moddalarni qamab qo‘yish (inkapsulyatsiya) orqali ularning oshqozon-ichak traktida bosqichma-bosqich, uzoq muddat davomida barqaror ajralib chiqishini (prolonged release) ta'minlaydi. Xulosa qilib aytganda, bug‘doy donining o‘ziga xos kimyoviy xususiyatlarini va boshqa fitopreparatlar bilan sinergik ta'sirini o‘rganish kelajak farmatsevtika va oziq-ovqat bozori uchun biologik o‘zlashtirilish darajasi yuqori bo‘lgan, mutlaqo yangi avlod shifobaxsh tovarlarini ishlab chiqarishga keng yo‘l ochadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Nyström, L., Lampi, A. M., & Piironen, V. (2012). Alkylresorcinols in wheat bran: analytical strategies and bioactivity. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 244-250.
2. Ghafoor, A. M., et al. (2018). Supercritical fluid extraction of wheat germ oil: Optimization and evaluation of its antioxidant activity. *Journal of Supercritical Fluids*, 133, 412-420.
3. Moore, J., et al. (2006). Enzymatic release of bound antioxidants from wheat bran using xylanase and cellulase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(24), 9032-9040.
4. Liao, J., et al. (2016). Microwave-assisted extraction of alkylresorcinols and phenolic compounds from wheat bran. *Food Chemistry*, 197, 1292-1300.
5. Wang, T., & Johnson, L. A. (2001). Refining high-free fatty acid wheat germ oil: GC-FID analysis of lipid profiles. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(1), 71-76.
6. Liu, Y., Chen, X., & Zhang, H. (2022). Development of functional composite materials based on wheat starch and ginger bioactives for controlled release. *Journal of Functional Foods*, 89, 104924.
7. Raximov, M. A., & Karimov, A. M. (2023). O‘simlik xomashyosidan biofaol moddalarni ultratovush kavitatsiyasi (UAE) yordamida ajratib olish texnologiyasining fizik-kimyoviy asoslari. *O‘zbekiston Kimyo Jurnal*, 3, 45-51.
8. Qosimov, S. A., To‘rayev, A. S., & Xalilov, Q. (2024). Zanjabil ekstrakti va bug‘doy doni endospermi asosida innovatsion shifobaxsh tovarlar va nanostrukturali kompozitlar olish istiqbollari. *Farmatsevtika va Farmakologiya xabarnomasi*, 2(1), 54-61.