

## ODAM OSHQAZON-ICHAK TRAKTIDA SOYA BIOLOGIK FAOL QISMLARINI YETKAZIB BERISHNI IN VITRO MODELLASHTIRISH

**Rejapova Gulziraxon Sanjarbek qizi**

*Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti*

**Annotatsiya:** *Soya o'simligi shakllantiradigan biologik faol birikmalar zamonaviy oziq-ovqat, farmatsevtika sohalarida katta ahamiyat kasb etib kelmoqda. Soya tarkibidagi faol biri birikmalar inson salomatligiga ijobiy ta'sir ko'rsatishiga doir ilgari surilayotgan ilmiy farazlarni amaliyotda asoslash uchun, birinchi navbatda ularning odam oshqazon-ichak traktida qanday o'zgarishlarga uchrashi va organizmga real ta'siri qanday ekani chuqur o'rganilishi zarur. Bugungi kunda ushbu jarayonlarni in vitro ya'ni laboratoriya sharoitida modellashtirish orqali aniqlash ilmiy izlanishlarning muhim yo'nalishiga aylanmoqda.*

**Kalit so'zlar:** *In vitro modellashtirish, soya, biologik faol birikmalar, oshqazon-ichak trakti, bioavailability, izoflavonlar, fermentlar, mikrobiota, oziq-ovqat ilmiy, oziqlanish, metabolizm.*

**Аннотация:** *Биологически активные соединения, образующиеся в соевых бобах, имеют большое значение в современной пищевой, фармацевтической и нутрицевтической промышленности. Для практического подтверждения научных гипотез о положительном влиянии этих соединений на здоровье человека необходимо, прежде всего, тщательно изучить, как они изменяются в желудочно-кишечном тракте человека и каково их реальное воздействие на организм. Сегодня определение этих процессов с помощью моделирования in vitro, то есть в лабораторных условиях, становится важным направлением научных исследований.*

**Ключевые слова:** *моделирование in vitro, соевые бобы, биологически активные соединения, желудочно-кишечный тракт, биодоступность, изофлавоны, ферменты, микrobiota, пищевая наука, питание, метаболизм.*

**Abstract:** *Biologically active compounds formed by soybeans are of great importance in the fields of modern food, pharmaceuticals and nutraceuticals. In order to substantiate in practice the scientific hypotheses that these compounds have a positive effect on human health, it is necessary, first of all, to thoroughly study how they change in the human gastrointestinal tract and what their real effect on the body is. Today, determining these processes through in vitro modeling, that is, in laboratory conditions, is becoming an important area of scientific research.*

**Keywords:** *In vitro modeling, soybean, biologically active compounds, gastrointestinal tract, bioavailability, isoflavones, enzymes, microbiota, food science, nutrition, metabolism.*

### KIRISH

Soya tarkibidagi izoflavonlar, proteinlar, peptidlar, saponinlar, to'qimalar va yog' kislotalari kabi biologik faol birikmalar inson salomatligi uchun alohida ahamiyatli hisoblanadi. Ularning probiotik, antioksidant, estrogenik, gipotenziv va boshqalar xususiyatlarini to'liq o'rganish uchun, ularning odam tanasiga oziq-ovqat tarkibida kirgandan so'ng ularni yutilishi, moddalashuvi hamda biologik yutiluvchanlik darajasini tahlil qilish kerak.

Uzoq yillar davomida amalga oshirib kelinayotgan tadqiqotlarning natijalari shuni ko'rsatadiki, organizmga kirgan faol moddalarning ta'siri ularning strukturasi, ingichka va yo'g'on ichakda bo'ladigan o'zgarishlar, fermentativ va mikrobiologik parchalanishi hamda yutiluvchanligi bilan chambarchas bog'liq.

Soya mahsulotining in vitro model tizimida o'rganilishi, inson oshqazon-ichak traktidagi murakkab jarayonlarni sinab ko'rish uchun eng maqbul usullardan biridir. Ushbu usul yordamida oziq-ovqat tarkibidagi biologik faol birikmaning, oshqazon shirasiga, fermentlarga, safro komponentlariga, mikroflora fermentlariga ta'sirini ketma-ket bosqichlarda o'rganish, natijada haqiqiy organizmdagi o'zgarishni simulyatsiya qilish imkonini beradi.

Odatda in vitro model tizimlari oziq-ovqat parchalanish bosqichini modellashtirishdan boshlanadi. Birinchi bosqichda mexanik maydalanish, keyin esa oshqazon-ichak fermentlari yordamida kimyoviy va fermentativ parchalanish amalga oshiriladi. Shu tarzda, soyaning komponenti hisoblangan izoflavonlar, proteinlar va yog'larning eritilishi, parchalanishi, yutilishi va so'nggi metabolitlarining holati aniqlanadi.

Laboratoriya sharoitida odam oshqazon-ichak traktida kechadigan kimyoviy, fermentativ va modda almashinuv jarayonlarini o'rganish uchun turli in vitro model tizimlari ishlab chiqilgan. Eng yangi asosiy model variantlaridan biri statsionar (static) model bo'lib, bunda qat'iy belgilanadigan ferment kontsentratsiyasi, pH, harorat va suyuqlik muhitining o'zgarishi natijasidagi soyaning faol qismlari bo'yicha ma'lumot olinadi. Bunday modelda har bir bosqich: og'iz bo'shlig'i, oshqazon, ingichka va yo'g'on ichak muhirlari maxsus probirkalar yoki kichik fermentatorlarda alohida ko'rsatkichlar evaziga modellashtiriladi va o'lchovlar olib boriladi.

Keyingi rivojlangan tizimlar — dinamik (dynamic) modelar hisoblanadi. Bunday model tizimlarida oshqazon-ichak traktining harakatlanishiga, fermentlar va suyuqliklarning real hayoti, harorat va pH ko'rsatkichlaridagi tabiiy o'zgarishlarga, masalan, peristaltika harakatiga ham e'tibor qaratilib, maksimal haqiqatga yaqin natijalarga erishiladi. Dinamik model tizimlarida, ayniqsa, ingichka va yo'g'on ichak mikrobiotasining, oziq-ovqat tarkibidagi biologik faol moddalarga qanday ta'sir o'tkazishi va ulardan hosil bo'ladigan metabolitlar tahlili aniqlanadi [1].

### **MUHOKAMA VA NATIJALAR**

Soya biologik faol qismlarining in vitro model tizimda o'rganilishi bir qator muhim muammolarni hal qiladi. Avvalo, moddaning o'z to'liq hayotiy siklini nazorat qilish, ya'ni yutilishdan chiqarib yuborilishgacha bo'lgan barcha bosqichlarini fizika-kimyoviy va biokimyoviy nuqtai nazardan tahlil qilish imkoniyati yaratiladi.

Shu bilan birga, organizmdagi murakkab muhitlarni — ferment, mikroflora, safro birikmalari, pH va harorat kabi omillarni real sharoitga yaqinlashtirish natijasida, inson organizmida yuzaga keladigan o'zgarishlarning laboratoriya sharoitida aniqlanishi ta'minlanadi. In vitro tizimlarning afzalliklaridan biri – tajriba turi, parametrlarning mustaqil boshqarilishi va natijalarning yuqori qaytaruvchanligidir. Yana bir ahamiyatli jihati, ushbu tizimlar yordamida odam organizmidagi biriktiruvchi va tashuvchi oqsillar, ionlar, so'riluvchi substratlar, metabolitlar miqdorini solishtirish, ular o'rtasidagi o'zaro bog'liqliklarni aniqlash va fiziologik reaksiyalarga ta'sirini modellashtirish imkoniyatidir.

So'nggi yillarda in vitro model tizimlari yordamida olingan natijalar asosida, soya mahsulotining biologik yutiluvchanligi, ya'ni ularning faollik darajasi, organizmda so'rilishi va metabolizmga kirish darajasi mustahkam ilmiy asoslarni kasb etmoqda. E'tiborli tomoni, oziq-ovqat mahsulotining tarkibi, pishirish va qayta ishlash usullari, saqlash sharoiti, qo'shimcha moddalar bilan birga, asosiy biologik komponentlarning transformatsiyasiga va yutiluvchanligiga qanday ta'sir qilishi ham in vitro modellashtirishda o'rganiladi.

Shuningdek, soya tarkibidagi hamma faol qismlarning to'liq parchalanish, yutilish va ichak mikrobiotasi bilan o'zaro aloqasi ilmiy muammolardan biri sifatida e'tiborni talab qiladi. Chunki, in vitro sharoting soya izoflavonlari yoki peptidlarining bir bosqichda parchalanishi, ikkinchi bosqichga o'tilgan holatda foydali yoki zararli metabolitlarning yuzaga kelishiga bog'liq bo'lishi mumkin [2].

Yana bir muhim tomoni, odam oshqazon-ichak traktining individual xususiyatlari — ya'ni, yosh, jins, ovqatlanish tartibi, organizmning mikrobiota holati, surunkali kasalliklar mavjudligi va boshqa ko'plab omillar ham in vitro modelda cheklanadi. In vitro tizimi yordamida, soya mahsulotining isoflavonlari va aminokislotalari kabi muhim komponentlarining, og'izdan boshlab to'liq oshqazon-ichak yo'llari bo'ylab fragmentatsiyaga uchrashi, muhit pH va fermentativ reaksiyaga kirishi, mikroorganizmlarning ularni qayta ishlashi bosqichma-bosqich tahlil qilinadi. Bu natijalardan kelib chiqib, soya mahsulotlarini parhezlashtirish, ularning tarkibini boyitish, innovatsion oziq-ovqat formulalar yaratish va parhez bilan bog'liq kasalliklarni oldini olish yuzasidan ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqiladi [3].

Oshqazon va ichak shirasining tarkibi, fermentlar, safro kislotasi va mikrobiota muvozanati soya biyologik faol qismlarining ham parchalanishi, ham organizmga yutilish darajasini belgilovchi omillardandir. Soya tarkibidagi isoflavon, saponin va boshqa biologik faol komponentlarning biofaolligini aniqlash uchun, faqat oddiy kimyoviy analiz emas, balki ularning haqiqiy yashash muhitiga mos bo'lgan sharoitdagi metabolik o'zgarishlari batafsil tekshiriladi. Shu asosda, inson hayot jarayonlarida biologik faol qismlarning asosiy roli va yutiluvchanlik mexanizmlari to'liq yoritiladi.

Oxirgi ilmiy izlanishlar, soya komponentlarining parchalanish va yutilish masalasi faqatgina in vitro model natijasiga asoslanmasligi, balki klinik va in vivo (hayvon yoki insonda tajribalar) natijalari bilan kengaytirilgan holda tahlil qilinishi zarurligini ko'rsatadi.

Lekin in vitro tizimlar, tez, arzon, xavfsiz va ahamiyatli natija berishi bilan, biokimyoviy va fizik-kimyoviy tahlillar uchun asosiy platforma sifatida xizmat qiladi [4].

Soya mahsulotini yanada samarali va xavfsiz ishlatish, uning biologik faol qismlaridan eng yuqori darajada foyda ko'rish uchun, in vitro modelda olingan ma'lumotlarni real hayotdagi dietani optimallashtirishda, yangi mahsulot ishlab chiqarishda va parhez asoslarini ishlab chiqishda asosiy ilmiy manba sifatida qo'llash mumkin.

Oziq-ovqat va farmatsevtika sanoati uchun soya biologik qismlarining oshqazon-ichak traktida o'zgarishlarini oldindan bilish, mahsulot samaradorligini prognoz qilish, ishlab chiqarish jarayonini nazorat qilish va sifat kafolatini oshirishga xizmat qiladi. Kelajakda in vitro model tizimlarining takomillashtirilishi, ular yordamida inson organizmining haqiqiy jarayonlariga yanada yaqin natijalar olish, yangi avlod oziq-ovqat va formulalarni yaratishda ilmiy ishonch, xavfsizlik va samaradorlikni ta'minlash muhim ahamiyat kasb etadi [5].

### **XULOSA**

Soya biologik faol qismlarining odam oshqazon-ichak trakti bo'ylab o'zgarishini in vitro modellashtirish, zamonaviy oziq-ovqat va farmatsevtika fanining muhim yo'nalishlaridan biridir. Ushbu ilmiy-amaliy yo'nalish, biologik faol birikmalarning organizmga haqiqiy ta'sirini aniqlash, ularning parchalanish va yutilish jarayonlarini batafsil o'rganish, yangi innovatsion mahsulot ishlab chiqarishda ilmiy asoslarni yaratish uchun muhim ahamiyatga ega. In vitro model tizimlari yordamida, laboratoriya sharoitida soya komponentlarining har xil bosqichidagi harakatlari, parchalanish va metabolizm jarayonlari, biologik yutiluvchanlik darajasi, inson salomatligiga ta'siri chuqur o'rganiladi. Ushbu usul biofaollik, xavfsizlik va samaradorlikni oshirish, yangi formulalar yaratish, sog'lom ovqatlanishni ilmiy asoslashga xizmat qiladi.

### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:**

1. Hur, S.J., Lim, B.O., Decker, E.A., McClements, D.J. (2011). In vitro human digestion models for food applications. *Food Chemistry*, 125(1), 1-12.
2. Carbonaro, M., Nucara, A. (2010). Secondary structure of food proteins by Fourier Transform spectroscopy in the mid-infrared region. *Amino acids*, 38(3), 679-690.
3. Minekus, M., Alvinger, M., Alvito, P. et al. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food & Function*, 5(6), 1113-1124.
4. Caimari, A., Chiou, J., Keijer J., et al. (2017). The Use of In vitro Digestion and Colonic Fermentation Models in Food Research. *Gastroenterology Research and Practice*, Article ID 5362177.
5. Crowe, K.M., Francis, C. (2013). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Functional Foods. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(8), 1096-1103.

6. Penas, E., Préstamo, G. (2013). In vitro and in vivo digestion of food-derived bioactive peptides. *Jour. of Science of Food and Agriculture*, 93(8), 1935–1943.
7. Barba, F.J., et al. (2019). In vitro digestion models to predict food bioaccessibility and bioavailability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(6), 1713-1732.
8. Wang, Y., Chen, P., Wang, W., et al. (2014). Simulated gastrointestinal digestion of soy protein isolate and peptides antioxidant activities. *Nutrients*, 6(12), 5946-5962.
9. Li-Juan Lin, Xun Song, Xiao-Ying Wu, et al. (2021). Comparison of dynamic in vitro digestion models and relevance with in vivo data. *Food & Function*, 12(6), 2642-2658.
10. EGID (European Guide In vitro Digestion). (2022). *Protocols for Simulating the Gastrointestinal Digestion of Foods and Food Ingredients*.