ANOR PO‘STLOG‘IDAGI BIOLOGIK FAOL MODDALARNING BIOTEXNOLOGIYADAGI AHAMIYATI

Xoshimova Sultonoy Iskandarqizi
Andijon Davlat Universiteti magistratura talabasi
Iskandarovna98@gmail.com

Annotatsiya. *Maqolada anor (Punica granatum L.) po‘stlog‘ida to‘planadigan biologik faol moddalarning biotexnologik jarayonlardagi o‘rni tahlil qilingan. Po‘stloq ellagitanninlar, ellag kislotasi, flavonoidlar va pektinga boy bo‘lib, mikrobiologik fermentatsiya, ferment yordamida ekstraksiya, yashil sintez usulida nanozarrachalar olish, biopolimer plyonkalar yaratish va bioenergetika sohalarida qimmatli substrat hisoblanadi. Adabiyotlar tahlili asosida po‘stloqni biotexnologik qayta ishlashning asosiy yo‘nalishlari, afzalliklari va hal etilmagan muammolari yoritilgan.*

Kalit so‘zlar: *anor po‘stlog‘i, biotexnologiya, fermentatsiya, tannaza, ellag kislotasi, urolitinlar, nanozarrachalar, biopolimerlar.*

Аннотация. *В статье анализируется роль биологически активных веществ кожуры граната (Punica granatum L.) в биотехнологических процессах. Кожура богата эллагитаннинами, эллаговой кислотой, флавоноидами и пектином и служит ценным субстратом для микробной ферментации, ферментативной экстракции, «зелёного» синтеза наночастиц, получения биополимерных плёнок и в биоэнергетике. На основе анализа литературы описаны основные направления биотехнологической переработки кожуры, её преимущества и нерешённые проблемы.*

Ключевые слова: *кожура граната, биотехнология, ферментация, танназа, эллаговая кислота, уролитины, наночастицы, биополимеры.*

Abstract. *The article analyzes the role of bioactive compounds of pomegranate (Punica granatum L.) peel in biotechnological processes. The peel is rich in ellagitannins, ellagic acid, flavonoids and pectin and is a valuable substrate for microbial fermentation, enzyme-assisted extraction, green synthesis of nanoparticles, biopolymer films and bioenergy production. Based on a literature review, the main directions of biotechnological valorization of the peel, its advantages and unresolved problems are described.*

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

Keywords: *pomegranate peel, biotechnology, fermentation, tannase, ellagic acid, urolithins, nanoparticles, biopolymers.*

Kirish. Biotexnologiya tirik organizmlar, ularning hujayralari va fermentlaridan foydalanib, inson uchun zarur mahsulotlar olish hamda xomashyoni qayta ishlash usullarini o‘rganuvchi fan sohasidir [1; 2]. Zamonaviy biotexnologiyaning muhim yo‘nalishlaridan biri agrosanoat qoldiqlarini qimmatli mahsulotlarga aylantirishdir. Bu yondashuv chiqindilar hajmini kamaytiradi va arzon xomashyo manbalarini jalb etish imkonini beradi.

Anor sharbati va konsentratlari ishlab chiqarishda po‘stloq mevaning taxminan 30–50 foizini tashkil etadigan asosiy qoldiqqa aylanadi [4]. Po‘stloq tarkibida ellagitanninlar (punikalagin, punikalin), ellag va galla kislotalari, flavonoidlar, antosiyaninlar, pektin va ozuqa tolalari mavjud [4; 5]. Bunday boy tarkib po‘stloqni biotexnologik jarayonlar uchun ham substrat, ham biofaol birikmalar manbai sifatida jozibador qiladi. Ayniqsa, O‘zbekistonda anor yetishtirish hajmining ortib borishi bu qoldiqlardan foydalanish masalasini dolzarb qilib qo‘ymoqda.

Tadqiqotning maqsadi — anor po‘stlog‘idagi biologik faol moddalarning biotexnologiyadagi ahamiyatini ilmiy manbalar asosida baholash va ularni qo‘llashning asosiy yo‘nalishlarini tizimlashtirishdir.

Asosiy qism. Tadqiqotda ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, tizimlashtirish va solishtirish usullaridan foydalanildi. Anor po‘stlog‘ining biotexnologik ahamiyati quyidagi yo‘nalishlar bo‘yicha ko‘rib chiqildi.

1. Biofaol moddalarning biotexnologik xususiyatlari. Po‘stloqdagi asosiy biofaol modda punikalagin bo‘lib, u gidrolizlanuvchi ellagitannin hisoblanadi. U fermentlar yoki kislotalar ta’sirida gidrolizlanib, ellag kislotasi va glyukoza hosil qiladi. Ellag kislotasi esa inson ichak mikrobiotasi ta’sirida urolitinlarga aylanadi; bu birikmalar yuqori biologik faolligi bilan ajralib turadi [4]. Demak, po‘stloq fenollarining biologik qiymati ko‘p jihatdan mikroorganizmlar va fermentlar faoliyatiga bog‘liq, bu esa uni biotexnologiya nuqtayi nazaridan qiziqarli ob’yektga aylantiradi.

2. Ferment yordamida ekstraksiya. An’anaviy erituvchi ekstraksiyasi organik erituvchilarni ko‘p talab qiladi va yuqori haroratda fenollarning parchalanishiga olib kelishi mumkin. Ferment yordamida ekstraksiyada pektinaza, sellyulaza va gemisellyulaza kabi fermentlar o‘simlik hujayra devorlarini yumshoq sharoitda parchalaydi va hujayra ichidagi fenollarning ajralib chiqishini osonlashtiradi. Shu tufayli ekstraksiya past haroratda va suv muhitida o‘tkaziladi, mahsulot sifati yaxshilanadi, jarayon esa ekologik jihatdan xavfsizroq bo‘ladi. Bu usul ultratovush va mikroto‘lqinli ekstraksiya bilan birgalikda ham qo‘llanilmoqda [4].

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

3. Mikrobiologik fermentatsiya va fermentlar ishlab chiqarish. Po‘stloq tarkibida uglevodlar, pektin va tanninlar bo‘lgani uchun u qattiq fazali fermentatsiyada (solid-state fermentation) arzon substrat vazifasini o‘tashi mumkin. Adabiyotlarda *Aspergillus* va *Penicillium* avlodiga mansub mikromitsetlarning tanninlarga boy agrosanoat qoldiqlarida o‘sib, tannaza fermentini sintez qilishi bayon etilgan. Tannaza tanninlarni gidrolizlab, galla va ellag kislotalarini hosil qiladi; ferment oziq-ovqat, choy, ichimliklar va farmatsevtika sanoatida qo‘llaniladi [1]. Shuningdek, po‘stloqdan pektinaza, sellyulaza va organik kislotalar (limon kislotasi) olish uchun substrat sifatida foydalanish imkoniyatlari o‘rganilmoqda. Substrat arzon va qoldiq bo‘lgani uchun ferment tannarxi pasayadi.

Fermentatsiya jarayonining o‘zi ham po‘stloqning biofaolligini o‘zgartiradi: mikroorganizmlar bog‘langan fenollarni erkin shaklga o‘tkazishi, ularning biologik o‘zlashtirilishini oshirishi mumkin. Shu sababli fermentatsiyalangan po‘stloq kukunlari funksional oziq-ovqat qo‘shimchalari va em-xashak qo‘shimchalari sifatida istiqbolli hisoblanadi, biroq har bir shtamm va sharoit uchun faollik hamda xavfsizlik alohida baholanishi kerak.

4. Probiotiklar va prebiotiklar bilan bog‘liqlik. Po‘stloqdagi pektin va ozuqa tolalari prebiotik xususiyatga ega bo‘lishi mumkin: ular foydali ichak bakteriyalarining o‘sishini rag‘batlantiradi. Polifenollar esa patogen mikroorganizmlarga susaytiruvchi, foydali bakteriyalarga esa nisbatan kuchsiz ta’sir ko‘rsatishi haqida ma’lumotlar mavjud [4; 5]. Bu xususiyatlar po‘stloq ekstraktlarini probiotik shtammlar bilan sinbiotik mahsulotlarda sinovdan o‘tkazish uchun asos yaratadi.

5. Nanozarrachalarning yashil sintezi. Biotexnologiyaning zamonaviy yo‘nalishlaridan biri — metall nanozarrachalarni biologik vositalar yordamida olishdir. Anor po‘stlog‘i ekstrakti tarkibidagi fenol birikmalari metall ionlarini qaytaruvchi hamda hosil bo‘lgan zarrachalarni barqarorlashtiruvchi vosita vazifasini bajaradi. Shu tariqa kumush, oltin, rux oksidi va boshqa nanozarrachalarni toksik reagentlarsiz sintez qilish mumkin. Olingan zarrachalar antimikrob qoplamalar, sensorlar, qadoqlash materiallari va suvni tozalash tizimlarida qo‘llanishga tavsiya etiladi. Biroq nanozarrachalarning inson va atrof-muhitga ta’siri hali to‘liq o‘rganilmagan, shuning uchun toksikologik tekshiruvlar zarur.

6. Biopolimerlar va biologik parchalanuvchi qadoqlash. Po‘stloqdan ajratib olingan pektin va tolalar xitozan, kraxmal, jelatin kabi biopolimerlar bilan birga yeyiladigan va biologik parchalanadigan plyonkalar tayyorlash uchun ishlatiladi. Ekstrakt qo‘shilishi plyonkaga antioksidant va antimikrob xossa beradi, natijada oziq-ovqat mahsulotlarining saqlanish muddati uzayadi. Bu yo‘nalish sintetik plastik

qadoqlarni almashtirish va ularning ekologik zararini kamaytirish nuqtayi nazaridan alohida e’tiborga loyiq [4].

7. Bioenergetika va biosorbsiya. Po‘stloqni anaerob hazm qilish orqali biogaz, fermentatsiya orqali bioetanol olish mumkin. Biroq tanninlar metan hosil qiluvchi mikroorganizmlarni susaytirishi mumkinligi sababli oldindan ishlov berish yoki boshqa organik qoldiqlar bilan aralashtirish tavsiya etiladi. Shuningdek, po‘stloq biomassasi suvdan og‘ir metallar va bo‘yoq moddalarini yutuvchi biosorbent sifatida o‘rganilmoqda: uning yuzasidagi karboksil va gidroksil guruhlari metall ionlarini bog‘laydi. Bu sanoat oqava suvlarini arzon usulda tozalash imkonini beradi.

8. Tibbiy biotexnologiya. Po‘stloq ekstraktlarining antioksidant, antimikrob va yallig‘lanishga qarshi faolligi [5; 6; 7] ularni dori vositalari, kosmetik kompozitsiyalar va biologik faol qo‘shimchalar yaratishda xomashyo sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi. Hujayra madaniyatlari va laboratoriya hayvonlarida olingan natijalar istiqbolli, biroq klinik tasdiq uchun qo‘shimcha tadqiqotlar zarur.

9. Muammolar va istiqbollar. Po‘stloqni biotexnologik qayta ishlashda bir qator muammolar saqlanib qolmoqda: xomashyoning mavsumiyligi va tez buzilishi, kimyoviy tarkibning nav va sharoitga qarab o‘zgarishi, jarayonlarni sanoat miqyosiga o‘tkazishdagi qiyinchiliklar, tanninlarning ayrim mikroorganizmlarga ingibitor ta’siri hamda pestitsid qoldiqlari xavfi. Ularni hal etish uchun xomashyoni dastlabki barqarorlashtirish (quritish, muzlatish), mahalliy navlar bo‘yicha tarkibiy xaritalar tuzish, mikroorganizm shtammlarini tanlash va jarayon parametrlarini optimallashtirish kerak. Ilmiy muassasalar, oliy ta’lim tashkilotlari va ishlab chiqarish korxonalari o‘rtasidagi hamkorlik bu yo‘nalishning rivojlanishini tezlashtiradi.

Xulosa. Anor po‘stlog‘idagi biologik faol moddalar — ellagitanninlar, ellag kislotasi, flavonoidlar va pektin — biotexnologiyada keng qo‘llanish imkoniyatiga ega. Ular ferment yordamida ekstraksiya, mikrobiologik fermentatsiya, nanozarrachalarni yashil sintez qilish, biologik parchalanuvchi qadoqlar yaratish, bioenergetika va tibbiy biotexnologiya yo‘nalishlarida qimmatli xomashyo va substrat vazifasini bajaradi. Po‘stloqni biotexnologik qayta ishlash chiqindilarni kamaytirish, yangi qo‘shilgan qiymat yaratish va chiqindisiz ishlab chiqarishni rivojlantirishga xizmat qiladi. Kelgusi tadqiqotlar mahalliy anor navlarining po‘stlog‘ini o‘rganish, jarayonlarni standartlash va mahsulotlarning xavfsizligini baholashga qaratilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Kornilov X. M., Rahimov M. M.** Biotexnologiya asoslari: darslik. — Toshkent: Extremum Press, 2010. — 496 b.

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

2. **G‘ofurov A. T., Fayzullayev S. S.** Genetika: darslik. — I qism. — Toshkent, 2013. — 247 b.

3. **Xolmatov X. X., Qosimov A. I.** Dorivor o‘simliklar. — Toshkent: Ibn Sino, 1994.

4. **Akhtar S., Ismail T., Fraternale D., Sestili P.** Pomegranate peel and peel extracts: chemistry and food features // Food Chemistry. — 2015. — Vol. 174. — P. 417–425.

5. **Ismail T., Sestili P., Akhtar S.** Pomegranate peel and fruit extracts: a review of potential anti-inflammatory and anti-infective effects // Journal of Ethnopharmacology. — 2012. — Vol. 143, No. 2. — P. 397–405.

6. **Singh R. P., Chidambara Murthy K. N., Jayaprakasha G. K.** Studies on the antioxidant activity of pomegranate (Punica granatum) peel and seed extracts using in vitro models // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2002. — Vol. 50, No. 1. — P. 81–86.

7. **Li Y., Guo C., Yang J., Wei J., Xu J., Cheng S.** Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract // Food Chemistry. — 2006. — Vol. 96, No. 2. — P. 254–260.

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING