

ANOR PO'STI BIOFAOL KOMPONENTLARI ASOSIDAGI INTELLEKTUAL BIO- QOPLAMANING ANOR MEVALARINI SAQLASH SAMARADORLIGIGA TA'SIRI

Ermatov Otabek Sayitovich

Jizzax politexnika instituti dotsenti, t.f.f.d., (PhD)

E-mail: otabekermatov755@gmail.com

Qobilova Mahliyo Abror qizi

Jizzax politexnika instituti magistranti

Annotatsiya: Mazkur maqolada anor po'sti chiqindilaridan olingan biofaol ekstrakt asosida ishlab chiqilgan intellektual bio-qoplamaning anor mevalarini saqlash jarayonida fizik-kimyoviy, organoleptik va mikrobiologik ko'rsatkichlarga ta'sirini ilmiy asosda baholash yondashuvi keltirilgan. Tadqiqotda qoplamasiz nazorat va turli kontsentratsiyada anor po'sti ekstraktini saqlovchi bio-qoplama bilan ishlov berilgan namunalarni solishtirish nazarda tutilgan. Saqlash jarayonida tabiiy massa yo'qotishi, meva qattiqligi, rang parametrlari, umumiy eruvchan quruq moddalar, titrlanadigan kislotalilik, pH, antioksidantlik faolligi va mikrobiologik holatni aniqlash taklif etilgan. Intellektual qoplamaning samaradorligi esa indikator rangi o'zgarishi va mahsulot sifatining instrumental ko'rsatkichlari o'rtasidagi korrelyatsiya orqali baholanadi.

Kalit so'zlar: anor, *Punica granatum* L., bio-qoplama, intellektual qadoqlash, anor po'sti ekstrakti, saqlash muddati, massa yo'qotishi, qattiqlik, antioksidant, mikrobiologik sifat, rang indikator.

Abstract: This article presents a scientifically grounded approach to evaluating the impact of an intelligent bio-coating—developed from a bioactive extract derived from pomegranate peel waste—on the physicochemical, organoleptic, and microbiological characteristics of pomegranates during storage. The study involves comparing uncoated control samples with samples treated with bio-coatings containing varying concentrations of pomegranate peel extract. Parameters assessed during storage include natural mass loss, fruit firmness, color attributes, total soluble solids, titratable acidity, pH, antioxidant activity, and microbiological status. The efficacy of the intelligent coating is evaluated by analyzing the correlation between changes in the indicator's color and instrumental measurements of product quality.

Keywords: pomegranate, **Punica granatum* L.*, bio-coating, smart packaging, pomegranate peel extract, shelf life, weight loss, firmness, antioxidant, microbiological quality, color indicator.

Аннотация: В статье представлен научно обоснованный подход к оценке влияния «умного» биопокрытия — созданного на основе биоактивного экстракта из отходов кожуры граната — на физико-химические, органолептические и микробиологические характеристики плодов граната в процессе хранения. Исследование включает сравнение контрольных образцов (без покрытия) с образцами, обработанными биопокрытиями с различной концентрацией экстракта кожуры граната. В ходе хранения оценивались такие показатели, как

естественная убыль массы, твердость плодов, цветовые характеристики, содержание общих растворимых сухих веществ, титруемая кислотность, pH, антиоксидантная активность и микробиологическое состояние. Эффективность «умного» покрытия оценивается путем анализа корреляции между изменением цвета индикатора и результатами инструментальных измерений качества продукта.

Ключевые слова: гранат, **Punica granatum* L.*, биопокрытие, «умная» упаковка, экстракт кожуры граната, срок хранения, потеря массы, твердость, антиоксидант, микробиологическое качество, цветовой индикатор.

KIRISH

Anor mevasi tarkibida biologik faol moddalar mavjudligi va yuqori ozuqaviy qiymati bilan ajralib turadi. Biroq saqlash jarayonida namlikning yo'qolishi, nafas olish va metabolik jarayonlarning davom etishi, oksidlanish hamda mikroorganizmlar rivojlanishi natijasida mahsulotning tovar ko'rinishi va sifat ko'rsatkichlari o'zgarishi mumkin.

Mahsulotni saqlash jarayonini boshqarishda qoplama texnologiyalari muhim ahamiyat kasb etadi. Yeyiladigan bio-qoplamalar mahsulot yuzasida yarim o'tkazuvchan himoya qatlamini hosil qilib, gazlar va namlik almashinuvini tartibga solishi mumkin.

Anor po'sti ekstraktlarining faol qadoqlash materiallarida qo'llanishi bo'yicha ilmiy adabiyotlarda ularning polifenol va flavonoidlarga boyligi hamda funktsional ingredient sifatidagi imkoniyatlari qayd etilgan.

Intellectual qoplama mahsulot holati haqida axborot beruvchi indikator funktsiyasini ham bajaradi. Antotsianin asosidagi materiallar pH o'zgarishiga javoban rang o'zgartirishi sababli intellectual qadoqlashda foydali mexanizm hisoblanadi.

Tadqiqot maqsadi: Anor po'sti biofaol komponentlari asosidagi intellectual bio-qoplamaning anor mevalarini saqlash davridagi fizik-kimyoviy, organoleptik va mikrobiologik sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini aniqlash hamda indikatorning vizual signali bilan mahsulot sifat parametrlari o'rtasidagi bog'liqlikni baholash.

Tadqiqot gipotezasi:

- anor po'sti ekstrakti bilan funktsionallashtirilgan bio-qoplama mevadan namlik yo'qotilishini kamaytirishi;
- tashqi ko'rinish va qattiqlikning saqlanishini yaxshilashi;
- oksidlanish jarayonlarini sekinlashtirishi;
- ayrim mikroorganizmlarning rivojlanishini cheklashi;
- saqlash davrida sifatning pasayishini sekinlashtirishi mumkin.

Intellectual indikator mahsulot muhitidagi o'zgarishlarni vizual rang signali orqali aks ettirishi mumkin. Ushbu gipotezalar eksperimental natijalar bilan tasdiqlanishi yoki rad etilishi kerak.

Materiallar va tadqiqot dizayni

Tajriba uchun bir xil navga, yetilish darajasiga va tashqi ko'rinishga ega anor mevalari tanlanadi. Namunalar kamida uch guruhga ajratiladi: K — qoplamasiz nazorat;

T1 — past kontsentratsiyali anor po'sti ekstrakti bio-qoplama; T2 — o'rta kontsentratsiyali bio-qoplama; T3 — yuqori kontsentratsiyali bio-qoplama. Bunday dizayn ekstrakt kontsentratsiyasining saqlash samaradorligiga ta'sirini aniqlash imkonini beradi.

Saqlash sharoiti

Anor namunalari belgilangan harorat va nisbiy namlik sharoitida saqlanadi. Saqlash davrida namunalar belgilangan vaqt intervallarida tahlil qilinadi. Tadqiqotning vaqt nuqtalari, masalan, 0, 7, 14, 21 va 28 kun qilib belgilanishi mumkin. Aniq davr mahsulot navi va saqlash sharoitiga qarab eksperimental ravishda belgilanadi.

Tabiiy massa yo'qotishini aniqlash

Massa yo'qotishi anorning saqlanish qobiliyatini baholashda muhim parametrlardan biri hisoblanadi. $MY = [(m_0 - m_t)/m_0] \times 100$ formulasi bo'yicha hisoblanadi, bunda m_0 — saqlash boshidagi massa, m_t — t vaqtdagi massa, MY — tabiiy massa yo'qotishi, %. Qoplama samaradorligini baholashda nazorat namunasidagi massa yo'qotishi bilan qoplamali namunalar natijalari statistik jihatdan solishtiriladi.

Meva qattiqligi va fizik-kimyoviy ko'rsatkichlar

Saqlash jarayonida hujayra devorlaridagi o'zgarishlar va suv almashinuvi meva qattiqligining pasayishiga olib kelishi mumkin. SHuning uchun penetrometr yoki tekstura analizatori yordamida qattiqlikni aniqlash maqsadga muvofiq. SHu bilan birga umumiy eruvchan quruq moddalar, titrlanadigan kislotalilik, pH va $L^*a^*b^*$ rang koordinatalari aniqlanadi.

Asosiy tahlil ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Aniqlash usuli
Massa yo'qotishi	Tarozida tortish
Qattiqlik	Penetrometr/tekstura analizatori
Quruq modda	Refraktometr
Titrlanadigan kislotalilik	Titrimetrik usul
pH	pH-metr
Rang	Kolorimetr, $L^*a^*b^*$
Antioksidantlik	DPPH/ABTS
Mikrobiologik holat	Standart mikrobiologik usullar

Rang o'zgarishini instrumental baholash

Intellectual bio-qoplamaning muhim parametri rang signalining sezgirligi hisoblanadi. Rang o'zgarishi L^* , a^* , b^* koordinatalarida qayd etiladi. Umumiy rang farqi $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ formula orqali hisoblanishi mumkin. Indikator rangi bilan mahsulotning pH, kislotalilik yoki boshqa sifat ko'rsatkichlari o'rtasida korrelyatsion tahlil o'tkaziladi.

Mikrobiologik tadqiqotlar

Anor mevasining saqlanishida mikrobiologik buzilish muhim cheklovlardan biri bo'lishi mumkin. SHu sababli nazorat va tajriba namunalarida umumiy aerob mikroorganizmlar, achitqi va mog'orlar kabi ko'rsatkichlarni standart metodikalar asosida aniqlash tavsiya etiladi. Anor po'sti ekstraktidagi polifenollar biologik faollikka

ega bo'lgani uchun qoplama tarkibiga kiritilganda mikrobiologik barqarorlikka ta'sir ko'rsatishi mumkin, ammo bu ta'sir eksperimental natijalar bilan tasdiqlanishi kerak.

Tajriba natijalari o'rtacha qiymat $\pm$ standart og'ish ko'rinishida keltirilishi mumkin. Guruhlar o'rtasidagi farqni baholash uchun dispersion tahlil (ANOVA), Tukey post-hoc test, korrelyatsion va regression tahlillardan foydalanish mumkin. Statistik ishonchlilik darajasi odatda $p < 0,05$ sifatida qabul qilinadi.

Kutiladigan ilmiy natijalar

- anor po'sti ekstraktining bio-qoplamadagi optimal kontsentratsiyasi aniqlanadi;
- qoplamaning anor mevasida massa yo'qotishini cheklash qobiliyati baholanadi;
- meva qattiqligi va tashqi ko'rinishining saqlanish dinamikasi aniqlanadi;
- qoplamaning antioksidant ta'siri baholanadi;
- mikrobiologik barqarorlikka ta'siri aniqlanadi;
- indikatorning rang o'zgarishi va mahsulot sifat ko'rsatkichlari o'rtasidagi korrelyatsiya aniqlanadi;
- anor po'sti chiqindilarini yuqori qo'shilgan qiymatli materialga qayta ishlashning texnologik imkoniyati asoslanadi.

Mazkur tadqiqotning asosiy ilmiy yangiligi anor po'sti chiqindilaridan olingan biofaol ekstraktning anor mevasi uchun bio-qoplamada aktiv komponent sifatida, pH-sezgir tabiiy pigmentning esa intellektual indikator sifatida bir tizimda qo'llanishini asoslashdan iborat.

Bunday yondashuvda bio-qoplama oddiy himoya qatlami emas, balki himoya → biofaol ta'sir → sifatni monitoring qilish zanjirida ishlaydigan funktsional materialga aylanadi.

Anor po'sti chiqindilaridan olingan biofaol komponentlar asosidagi bio-qoplama anor mevalarini saqlash texnologiyasida funktsional material sifatida qo'llanishi mumkin.

Uning samaradorligi massa yo'qotishi, qattiqlik, rang, quruq moddalar, kislotalilik, antioksidantlik va mikrobiologik ko'rsatkichlarni kompleks baholash orqali aniqlanishi lozim.

Intellektual komponentni qoplamaga integratsiya qilish mahsulot holatini vizual monitoring qilish imkonini yaratadi. SHu bilan birga, sanoatga joriy qilish uchun indikatorning barqarorligi, rang signalining standartlashtirilishi, migratsiya xavfi, mexanik xususiyatlar, iqtisodiy samaradorlik va regulyator talablarini alohida o'rganish talab etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Kumar N., Daniloski D., Pratibha et al. Pomegranate peel extract – A natural bioactive addition to novel active edible packaging. Food Research International. 2022;156:111378. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111378.

2. Recent advances in anthocyanin-based films and its application in sustainable intelligent food packaging: A review. *Food Control*. 2024;162:110431. DOI: 10.1016/j.foodcont.2024.110431.

3. Anthocyanin-based pH-sensitive smart packaging films for monitoring food freshness. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2022;9:100340. DOI: 10.1016/j.jafr.2022.100340.

4. Recent advances in stability improvement of anthocyanins by efficient methods and its application in food intelligent packaging: A review. *Food Bioscience*. 2023;56:103164. DOI: 10.1016/j.fbio.2023.103164.

5. Recent advances in the development and application of anthocyanin-based intelligent active food packaging: a review. *Food Chemistry*. 2025;492:145309. DOI: 10.1016/j.foodchem.2025.145309.

6. Intelligent packaging films based on anthocyanins: A review of structural properties, biodegradable polymers, application and prospects in food freshness monitoring. *Food Chemistry: X*. 2026;34:103634. DOI: 10.1016/j.fochx.2026.103634.