



SUYULTIRILGAN ERITMADA INULINNING O‘ZARO AGREGATSIYALANISH XUSUSIYATLARI.

Abdullayev Otabek Husenovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM t.f.f.d.PhD v.b professor

Qarshi shahar, O‘zbekiston

e-mail: otabek.abdullayev3311@gmail.com

tel: 99 0813311

Annotatsiya

Inulin saqllovchi o‘simlik xomashyosi asosida funksional oziq-ovqat mahsulotlarini yaratish aholining diabetik turdagi funksional oziqlanishini ta‘minlash imkonini beradi. Shu munosabat bilan, topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) tuganaklaridan inulin olish jarayonining texnologik parametrlarini aniqlash orqali uning miqdoriy xususiyatlarini asoslab berish dolzarb hisoblanadi. Ushbu ishda topinambur tuganaklaridan inulin olish jarayonining texnologik parametrlarini asoslash maqsadida fleş-ekstraksiya va an‘anaviy usullar orqali inulinning eritmadagi gidrodinamik xossalari va molekulyar massasidan iborat sifat ko‘rsatkichlari aniqlandi. Fleş-ekstraksiya usuli bilan 105 °C yuqori haroratda qisqa va nisbatan uzoq vaqt davomida, hamda an‘anaviy usulda 75 °C haroratda neytral muhitda olingan inulin namunalarining gidrodinamik xossalari va molekulyar massasining natijalari ushbu biopolimerning o‘z-o‘zini agregatsiyalash xossalarini ko‘rsatdi. Fleş-ekstraksiya usuli bilan olingan inulin ikki fraksiyadan iborat: past molekulyar og‘irlikdagi inulin va yuqori molekulyar og‘irlikdagi agregat — polisaxarid kompleksi. Bu agregatlar eritmada turli inulin fraksiyalari o‘rtasidagi molekulyar va molekula ichidagi o‘zaro ta’sirlar natijasida shakllanishi mumkin.

Kalit so‘zlar: topinambur, inulin, fleş-ekstraksiya, molekulyar massa, konformatsiya, agregatsiya.

Аннотация

Создание функциональных пищевых продуктов на основе инулинсодержащего растительного сырья позволит обеспечить население



International Educators Conference

Hosted online from Toronto, Canada

Website: econfseries.com

7th June, 2025

функциональным питанием диабетического характера. В связи с этим обоснование технологических параметров процесса получения инулина из клубней топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) путем определения его количественных характеристик является актуальным. В данной работе с целью обоснования технологических параметров процесса получения инулина из клубней топинамбура флэш-экстракционным и традиционным методами были установлены его качественные характеристики, а именно гидродинамические свойства и молекулярная масса в растворе. Результаты гидродинамических свойств и молекулярной массы образцов инулина топинамбура, полученные флэш-экстракционным методом при высокой температуре 105 °C за короткое и более длительное время, традиционным методом при температуре 75 °C в нейтральной среде, продемонстрировали самоагрегирующие свойства этого биополимера. Инулин, экстрагированный флэш-экстракционным способом, состоит из двух фракций: низкомолекулярного инулина и высокомолекулярного агрегата, который представляет собой комплекс полисахарида. Эти агрегаты могут формироваться как межмолекулярными, так и внутримолекулярными взаимодействиями различных фракций инулина в растворе.

Ключевые слова: топинамбур, инулин, флэш-экстракция, молекулярная масса, конформация, агрегация

Abstract.

The creation of functional food products based on inulin-containing vegetable raw materials can provide the population with functional diabetic nutrition. In this regard, investigation of the technological parameters of obtaining inulin from Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) and determination of its quantitative characteristics seem highly relevant. This study aims to determine the qualitative characteristics of inulin obtained from Jerusalem artichoke tubers by both flash extraction and conventional methods. Jerusalem artichoke inulin samples were obtained by the flash extraction method at a high temperature of 105 °C during both shorter and longer periods of time and by the conventional method at a temperature



International Educators Conference

Hosted online from Toronto, Canada

Website: econfseries.com

7th June, 2025

of 75 °C in a neutral medium. The hydrodynamic properties and molecular weight of the samples demonstrated the self-aggregating properties of this biopolymer. Inulin obtained by the flash extraction method consists of two fractions: low-molecular weight inulin and high-molecular weight aggregate represented by a polysaccharide complex. These aggregates can be formed both by inter- and intramolecular interactions of various inulin fractions in the solution.

Keywords: Jerusalem artichoke, inulin, flash extraction, molecular weight, conformation, aggregation

KIRISH

Inulin — bu oʻsimlik kelib chiqishiga ega tabiiy insulin analogi boʻlib, koʻplab oʻsimliklarda, masalan, sikoriy ildizi, bugʻdoy, asparagus, piyoz, sarimsoq, georgina va topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) tuganaklarida mavjud boʻlgan zaxira polisaxariddir [1]. Inulin chiziqli polidispers fruktan boʻlib, uning polimerlanish darajasi (PD) 2–60 yoki undan yuqori boʻladi, u $\beta(2 \rightarrow 1)$ bogʻlar orqali D-glyukoza qoldigʻi bilan bogʻlangan fruktoza molekulalaridan tashkil topgan [2, 3].

Inulinning turli xil turlari mavjud boʻlib, ular manbasi, yigʻish va qayta ishlash sharoitlariga qarab polimerlanish darajasi va molekulyar massasiga koʻra farqlanadi [1–6]. Sikoriy va topinamburdagi inulin miqdori 20% gacha yetadi, boshqa manbalarda esa 2–15% oraligʻida boʻladi [7, 8]. Soʻnggi vaqtlarda inulin manbalariga qiziqish ortib bormoqda, chunki ular bioetanol, fruktoza siropi, bir hujayrali oqsil, yogʻ va boshqa foydali mahsulotlar ishlab chiqarish uchun qayta tiklanadigan xomashyo hisoblanadi [6].

Topinambur tuganaklari (*Helianthus tuberosus* L.) shular jumlasidan istiqbolli xomashyo hisoblanadi [9]. Uning tarkibida muvozanatli miqdorda magniy, kaliy, fosfor, kaltsiy, temir, rux boʻlib, bu moddalar qandli diabet kasalligi uchun katta ahamiyatga ega [10].

Jahon sogʻliqni saqlash tashkiloti (JSST) maʼlumotlariga koʻra, qandli diabet oʻlim sabablari boʻyicha yetakchi oʻrinlardan birini egallaydi. Hozirda butun dunyo boʻyicha 425 million odamda 2-tur diabet aniqlangan va bu koʻrsatkich yildan-yilga ortmoqda. JSST ekspertlari bahosiga koʻra, 2019 yilda diabet 1,5 million oʻlim



International Educators Conference

Hosted online from Toronto, Canada

Website: econfseries.com

7th June, 2025

holatining bevosita sababi bo'lgan. 2045 yilga borib bu raqam 700 millionga yetishi kutilmoqda.

Tojikistonda esa 242,6 mingdan ortiq kishi diabetdan aziyat chekmoqda, yuqori qon shakar miqdori bilan bog'liq o'limlar soni 2413 tani tashkil qiladi. Diabetni davolash uchun ishlatiladigan preparatlar og'zaki qabul qilinadigan dorilar va insulin preparatlarini o'z ichiga oladi.

2-tur diabet bilan og'riqlar uchun inulin saqlovchi xomashyoning profilaktik xossalari ma'lum. Ularni qayta ishlash mahsulotlari inson organizmining immun himoya tizimini mustahkamlashga qodir [11–13]. Dietologlar tomonidan inulinni har kuni 1 dan 10 g gacha iste'mol qilish tavsiya etiladi, bu miqdor yosh, jins, yil fasli va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi [12].

Inulinning noyob fizik-kimyoviy xossalari uni oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida qo'llash imkonini beradi. Inulin saqlovchi xomashyodan funksional oziq-ovqat mahsulotlari yaratish diabetik xususiyatga ega funksional ovqatlanishni ta'minlash imkonini beradi. Bunda inulinning aniq fizik-kimyoviy ko'rsatkichlariga ega bo'lgan ingredient tarkibini modellashtirish muhim ahamiyatga ega [13–16].

Ekstraksiya jarayoni parametrlarini asoslashda inulinning gidrodinamik xossalari va molekulyar massasi asosiy ahamiyat kasb etadi. Masalan, yuqori molekulyar og'irlikdagi inulin suv yoki suvli eritmada aralashtirilganda jel to'r hosil qiladi va yog' o'rnini bosuvchi kremsimon mahsulot tayyorlash mumkin bo'ladi [16].

Inulinni tavsiflash uchun turli tahliliy usullar qo'llaniladi. Inulin kimyosi va polimer xatti-harakatlarining chuqur tushunilishi uni dori vositalarini yetkazib beruvchi, immun stimulyator va vaksina ad'yuvanti sifatida yangi qo'llash imkonini yaratdi. Inulin jellari turli sohalarda qo'llaniladi, lekin eng ko'p tijoriy ishlatiladigan soha bu oziq-ovqat sanoatidir, bu yerda inulin kaloriya miqdori past to'ldiruvchi sifatida ishlatiladi — u yog', shakar va unni almashtiradi, shu bilan birga qimmatli oziq tolalarni ta'minlaydi [17–19].

Inulin jellanishi uch o'lchamli tarmoqlar hosil qiluvchi kolloid zarrachalarning agregatsiyasi sifatida tasvirlanadi [17]. Inulinning eng foydali tibbiy xossasi uning turli molekulyar tuzilmalarda (polimorf yoki izoforma shakllarda) mavjudligidir. Etanol bilan cho'ktirilganda β -forma hosil bo'ladi, suvli eritmada esa xona haroratida yoki undan pastda α -forma bo'ladi [17, 18].



International Educators Conference

Hosted online from Toronto, Canada

Website: econfseries.com

7th June, 2025

Nazariy tadqiqotlar ko'rsatadiki, turli formalar mavjud bo'lishi mumkin. Amalda α -va β -formalar barqaror bo'lmagan konformatsiyalar sifatida aniqlangan. Bunday izoformalarning tuzilmaviy oqibatlari katta ilmiy qiziqish uyg'otmoqda [18, 19].

Topinambur inulinining yuqori molekulyar massasi uni sikoriy inuliniga yaqinlashtiradi va shunga o'xshash oziq-ovqat maqsadlarida foydalanish imkonini beradi. Arzon va mavjud xomashyodan keng foydalanish zarurati ekstraksiya jarayonlarini, tuzilma va molekulyar parametrlarni o'rganishni talab etadi.

Ushbu ishning maqsadi — inulin makromolekulasining ikki xil usul bilan olingan holatdagi gidrodinamik xossalari va molekulyar massasini suyultirilgan eritmada tahlil qilish orqali o'zini tutishini o'rganishdir.

Eksperimental qism.

Inulin namunalarini olish uchun xom ashyo sifatida Tojikiston Fanlar akademiyasi Yangi texnologiyalar va innovatsion rivojlanish markazi olimlari tomonidan yetishtirilgan Sarvat navli topinambur ildizmevalari (namligi 76%) ishlatildi. Inulin flesh-usul (FU) bilan avtoklavda 95 va 105 °S haroratda (mos ravishda "Inulin 1" va "Inulin 2" namunalar) 7 daqiqa davomida ekstraksiya qilindi [20]. Shuningdek, an'anaviy usulda (AU) 75 °S haroratda 60 daqiqa davomida suv bilan ekstraksiya qilindi ("Inulin AU"). Har ikkala usulda ham pH doimiy bo'lib, 6,8 ni tashkil etdi.

Keyinchalik ekstraktlar past bosimda rotatsion bug'latgich yordamida konsentratsiya qilindi va etanol yordamida gidrolizat eritmasidan polisaxarid cho'ktirilib ajratib olindi [12]. "Inulin 2" namunasi qo'shimcha tarzda ultrafiltratsion membrana (UF) — UMP-50 (ZAO NTC "Vladipor", Rossiya) yordamida konsentratsiya qilindi va past molekulyar inulin hamda yuqori molekulyar pektin fraksiyalari ajratildi. Shunday qilib, "Inulin 3" namunasi ultrafiltratsiyadan keyingi konsentratsiyalangan eritmadan olindi.

Polisaxaridning molekulyar massasini va molekulyar-massa taqsimotini (MMT) aniqlash uchun 2,0–5,0 mg/ml konsentratsiyadagi eritmalar tayyorlandi. Eritmalar xona haroratida (20 °S) 12 soat davomida aralashtirildi. Harakatlanuvchi faza 50 mM NaNO₃ eritmasidan iborat bo'lib, unga 0,01% NaN₃ qo'shilgan. Eritmalar 0,45 mkml filtr (Millex-HV, PVDF, Millipore Corp., Billerica, MA, AQSh) orqali



International Educators Conference

Hosted online from Toronto, Canada

Website: econfseries.com

7th June, 2025

filtrlanib, yuqori samarali **eksklyuzion suyuqlik xromatografiyasi** (YSEUX) tizimiga yuborildi. Tizim viskozimetrik (Viscostar, Wyatt Technology, AQSh) va refraktometrik (Differential Refractometer Waters 2410, AQSh) detektorlar bilan jihozlangan.

Eritma namunasi **200 mkl** hajmda yuborildi, oqim tezligi **0,8 ml/min** darajasida saqlab turildi. Eritmani yetkazib berish tizimi vakuum degazatori, avtomatik namunalarni yuboruvchi qurilma va yuqori bosimli nasosdan iborat bo'lgan.

Xulosa

Shunday qilib, ushbu tadqiqot topinambur ildizmevalaridan olingan inulinning strukturaviy va molekulyar parametrlari bo'yicha yangi natijalarni ko'rsatdi va suvli eritmada inulinning strukturaviy shakllanishi haqidagi gipotezani ilgari surdi.

Avval aytib o'tilganidek, yuqori harorat va qisqa vaqt davomida flesh-usul bilan ekstraksiya qilingan inulin ikki fraksiyadan iborat: past molekulyar inulin va yuqori molekulyar agregat, u polisaxarid kompleksini tashkil etadi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, oziq-ovqat va profilaktik maqsadlar uchun sifatli inulin olishda an'anaviy uzoq muddatli usuldan ko'ra, qisqa vaqtli flesh-ekstraksiya usuli ustunlikka ega.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. European Commission. (1994). European Parliament and Council Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste. Official Journal of the European Communities.
2. Shamsuyeva, M., & Endres, H.-J. (2021). Plastics recycling in the EU: Challenges and opportunities. *Sustainability*, 13(19), 10620. <https://doi.org/10.3390/su131910620>
3. Турсунов, III. А. (2020). Polimer materiallarni qayta ishlash va ekologik xavfsizlik masalalari. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti.
4. Gross, R. A., & Kalra, B. (2002). Biodegradable Polymers for the Environment. *Science*, 297(5582), 803–807. <https://doi.org/10.1126/science.297.5582.803>
5. Барышева, Н. С., & Жданова, А. А. (2018). Полимерные материалы и экология: переработка и утилизация отходов. Москва: Химия.



International Educators Conference

Hosted online from Toronto, Canada

Website: econfseries.com

7th June, 2025

6. Исаев, А. И. (2015). Экологически безопасные полимерные материалы: биоразлагаемые полимеры. Санкт-Петербург: Политехника.
7. Narayan, R. (2001). Biodegradable and Compostable Alternatives to Conventional Plastics. In Handbook of Biodegradable Polymers (pp. 1-22). CRC Press.
8. Алимов, В. А. (2017). Утилизация и переработка отходов полимерных материалов. Москва: Профобразование.
9. Farkhod, T., Jaxongir, N., Sarvar, I., Nodira, A., Kamila, N., Sayibzhon, N., & Otabek, A. (2023). INVESTIGATION OF WEAR OF STEEL SURFACES DURING CONTACT INTERACTION WITH ABRASIVE-FILLED POLYMER COATINGS. *Universum: технические науки*, (5-6 (110)), 69-73.
10. Sayibzhon, N., Sarvar, I., Farkhod, T., Nodira, A., Jaxongir, N., & Otabek, A. (2023). INVESTIGATION OF THE COEFFICIENT OF FRICTION AND WEAR OF ABRASIVE-FILLED COMPOSITE POLYMER MATERIALS FOR TRIBOTECHNICAL PURPOSES. *Universum: технические науки*, (5-6 (110)), 63-68.
11. Dilnoz, K., Arslonnazar, K., Otabek, A., & Gappar, R. (2024). STUDIES OF IMMOBILIZATION OF SOME DIAMINES TO DIALDEHYDINULIN MACROMOLECULES. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 22.
12. Komilovich, S. S. (2025, May). "INSONIY EHTIROSLAR ZALVORI" ROMANIDA FALSAFIY VA EKZISTENSIAL QARASHLAR. In *International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences* (pp. 193-199).
13. Komilovich, S. S. (2025, May). SOMERSET MOEMNING "INSONIY EHTIROSLAR ZALVORI" ROMANIDA KOMPOZITSIYA VA SYUJETNING POETIK QURILISHI. In *International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences* (pp. 173-179).
14. O'ZBEK, T. N. M. Sunatov Jo'rabek Turg'unbek o'g'li Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM o'qituvchisi Qarshi, jurabek. sunatov6666@mail.ru Zikrillayeva Farangiz Baxtiyor qizi Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM talabasi. Qarshi Saydulloyeva Mohinur Xurshid qizi Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM talabasi, Qarshi Normamatova Nigina O'ktam qizi Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM talabasi, Qarshi.



International Educators Conference

Hosted online from Toronto, Canada

Website: econfseries.com

7th June, 2025

-
15. Сунатов, Д., Зикриллаева, Ф., Сайдуллоева, М., & Нормаматова, Н. (2025). O'zbek tilshunosligining nazariy masalalari. Объединяя студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 121-123.
16. Сунатов, Д., Зикриллаева, Ф., Шерматов, Р., & Розимуродов, М. (2025). Amaliy tilshunoslik masalalari. Объединяя студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 126-128.
17. Сунатов, Д., Зикриллаева, Ф., АлишEROва, Г., & Дустмуродова, М. (2025). Jahon adabiyotshunosligi rivoji. Объединяя студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 124-126.