TOPINAMBUR O‘SIMLIGIDAN ULTRATOVUSH TA’SIRIDA AJRATIB OLINGAN INULINNING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARINI TADQIQ ETISH

Qarshiyev N.X.
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti
E-mail:qarshiyevnurali0@gmail.com
Xusenov A.Sh.
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
Eshqurbonov F.B.
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti
Raxmanov B.A.
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Аннотация. В настоящей исследовательской работе изучены физико-химические характеристики инулина, выделенного из клубней топинамбура с использованием ультразвуковой обработки. Предварительно было проведено сравнение выхода инулина при различных условиях ультразвукового воздействия. Установлено, что ультразвук значительно повышает выход целевого продукта за счёт интенсификации процессов разрушения клеточных структур клубней топинамбура. Методами микроскопии, рентгеноструктурного анализа, гель-хроматографии и термогравиметрии определены основные физико-химические характеристики полученного инулина, включая молекулярную массу, термическую стабильность и морфологические особенности. Полученные данные свидетельствуют о более упорядоченной структуре и высокой чистоте инулина, полученного с применением ультразвука. Представленные результаты подтверждают эффективность ультразвуковой технологии для получения инулина с улучшенными качественными характеристиками.

Ключевые слова: тобинамбур, инулин, ультразвук, экстракция, физико-химические свойства, морфология, молекулярная масса, термическая стабильность.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida ultratovush ta’sirida topinambur ildizidan ajratib olingan inulinni fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan. Dastlabki bosqichda turli sharoitlarda ultratovushni inulin unumiga ta’siri aniqlandi. Ultratovush topinambur ildiz hujayralarni buzilishini tezlashtirishi hisobiga inulinnni unumini oshirishi isbotlandi. Ajratib olingan inulinni fizik-kimyoviy xossalari, jumladan molekulyar og‘irligi, termik barqarorligi va morfologik xususiyatlari mikroskopiya, rentgen strukturaviy tahlil, gel xromatografiyasi va termogravimetriya yordamida aniqlandi. Olingan natijalar ultratovush yordamida

ISSN 3030-3907

olingan inulinning yanada tartibli tuzilishi va yuqori tozaligini ko‘rsatdi. Taqdim etilgan natijalar sifat ko‘rsatkichlari yuqori sifatli inulin olish uchun ultratovush texnologiyasining samaradorligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: topinambur, inulin, ultratovush, ekstraksiya, fizik-kimyoviy xossalar, morfologiya, molekulyar og‘irlik, termik barqarorlik.

Annotation. In this research work, the physicochemical characteristics of inulin isolated from Jerusalem artichoke tubers using ultrasonic treatment were studied. A preliminary comparison of the inulin yield under various ultrasound exposure conditions was conducted. It was found that ultrasound significantly increases the yield of the target product due to the intensification of the processes of destruction of cellular structures. The main physicochemical characteristics of the obtained inulin, including molecular weight, thermal stability and morphological features, were determined using microscopy, X-ray structural analysis, gel chromatography and thermogravimetry. The data obtained indicate a more ordered structure and high purity of inulin obtained using ultrasound. The presented results confirm the effectiveness of ultrasonic technology for obtaining inulin with improved quality characteristics.

Keywords: topinambur, inulin, ultrasound, extraction, physicochemical properties, morphology, molecular weight, thermal stability.

Kirish

Bugungi kunda topinambur qandli diabetda yordamchi vosita sifatida keng qo‘llanila boshlandi, chunki uning tarkibidagi inulin qondagi glyukoza miqdorini pasaytiradi va to‘qimalarning insulinga sezgirligini oshiradi [1-3]. Topinambur o‘simligi ateroskleroz, taxikardiya, gipertoniya va yurak ishemik kasalliklarida qo‘llaniladi, chunki u lipid profilini va qon bosimini me’yorlashtirish xususiyatiga ega. Topinambur anemiya, leykoz kabi qon ishlab chiqarish tizimi kasalliklarida, shuningdek, sil va siydik yo‘llarining surunkali yallig‘lanish kasalliklarida tavsiya etiladi. Topinambur oshqozon-ichak yo‘li kasalliklari - gastrit, yara kasalligi, disbakteriozda, shuningdek, zaharlanishlarda ham qadrlanadi, chunki u kuchli so‘rish va zaharsizlantirish xususiyatlariga ega [4,5]. Ayniqsa, uning qondagi qand va xolesterin miqdorini pasaytirish qobiliyati yaqqol namoyon bo‘ladi, bu esa topinambur o‘simligini moddalar almashinuvi buzilishlarida parhez davolashning dolzarb tarkibiy qismiga aylantiradi. Turli klinik sharoitlarda o‘tkazilgan tadqiqotlar qandli va qandsiz diabet bilan og‘rigan bemorlarda, shuningdek, jigar kasalliklarida ijobiy o‘zgarishlarni ko‘rsatdi [6,7]. Shu sababli, topinambur katta hajmda inulin ishlab chiqarish uchun istiqbolli xom-ashyo sifatida qaralmoqda [8].

Qattiq-suyuq fazali tizimlarga ultratovush ta’siri kimyoviy va oziq-ovqat texnologiyalarida keng qo‘llaniladi. Bu usul an’anaviy usullar - issiqlik ta’siri,

ISSN 3030-3907

mexanik aralashtirish yoki bosimni oshirish kabi usullarda erishib bo‘lmaydigan jarayonlarning yuqori samaradorligini ta’minlash qobiliyatiga ega. Inulinni ajratib olish jarayoniga ultratovushni qo‘llash texnologik samaradorlikni oshirish va mahsulotning barqaror sifatini ta’minlash uchun yangi imkoniyatlar yaratadi. Shu sababli, tadqiqotning maqsadi topinambur tuganagidan inulinni ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish va olingan mahsulotlarni har tomonlama tahlil qilishdan iborat.

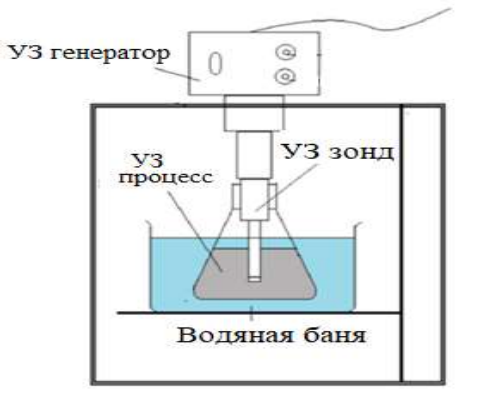
Metodologiya. Maydalangan o‘simlik xom ashyosi (topinambur tuganaklari) 1:8 gidromodul nisbatida (xom ashyo: suv massa bo‘yicha) distillangan suv bilan qoplandi. Aralashma 10-20 daqiqa davomida 20 kGs chastotada ultratovush ta’siriga uchradi. Ultratovush bilan ishlov berish xona haroratida amalga oshirildi, bu hujayra devorlarining parchalanishiga va ekstraktiv moddalarning yaxshiroq ajralib chiqishiga yordam berdi. So‘ngra olingan aralashma 45-85 °C haroratda 15-45 daqiqa davomida vaqti-vaqti bilan aralashtirib turilgan holda issiq suvli ekstraksiyaga duchor qilindi. Ekstraksiya yakunida qattiq fraksiyalarni yo‘qotish uchun ekstrakt filtrdan o‘tkazildi. Tozalangan suvli ekstraktga etil spirti (96%) ekstrakt:spirt hajmiy nisbati 1:3 dan 1:4 gacha bo‘lgan miqdorda doimiy aralashtirib turgan holda qo‘shildi. Aralashma maqsadli birikmalarni cho‘ktirish uchun 20-25°C haroratda 12-24 soat davomida ushlab turildi. Hosil bo‘lgan cho‘kma filtrlash yoki sentrifugalash orqali ajratib olindi, spirt bilan yuvildi va doimiy og‘irlikka erishguncha quritildi.

Inulinning morfologik tuzilishi XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) kukunli difraktometrida rentgen strukturaviy tahlili usuli bilan o‘rganildi. Inulinning molekulyar-massa xususiyatlari "Waters, USA" firmasining Yedrogel 100, 500 va 1000 ustunlarida, 20°C haroratda, maxsus refraktometrik detektor bilan jihozlangan eksklyuziv suyuqlik xromatografiyasi yordamida aniqlandi. Elyuent sifatida 0,1 n NaCl eritmasi qo‘llanildi. Oqim tezligi 0,1 ml/daqiqani tashkil etdi. Ustunni kalibrlashni standartlashtirish uchun tor molekulyar-massa taqsimotiga ega bo‘lgan dekstrandan foydalanildi.

Inulinning termik tahlili K-turdagi termojuft (Low RG Silver) va alyuminiy tigellar bilan jihozlangan Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG qurilmasida o‘tkazildi. Barcha o‘lchovlar inert azot muhitida, azot oqimining tezligi 50 ml/daqiqa bo‘lganda amalga oshirildi. Inulinning morfologik tahlili Hitachi TM-100 mikroskopida bajarildi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Tadqiqotlarda inulin issiq suv ekstraktsiyasi usuli bilan 45-85 °C haroratda, 1:8 gidromodulda va jarayon davomiyligi 15-45 daqiqa mobaynida ajratib olindi, so‘ngra spirt yordamida cho‘ktirildi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Ultratovush ta’sirida inulinning umumiy ajratib olish jarayoni

Jadvalda keltirilgan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, inulinning og‘irlik unumi ekstraksiya harorati va davomiyligiga bog‘liq. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ekstraksiya harorati 45 dan 85 °C gacha ko‘tarilishi bilan inulin unumining pasayishi kuzatiladi. Bunda olingan namunalar krem-sariq rangga kiradi, bu esa inulin makromolekulalarining parchalanish jarayoni sodir bo‘layotganining belgisidir. Ekstraksiyaning eng maqbul harorati 60-70 °C hisoblanadi.

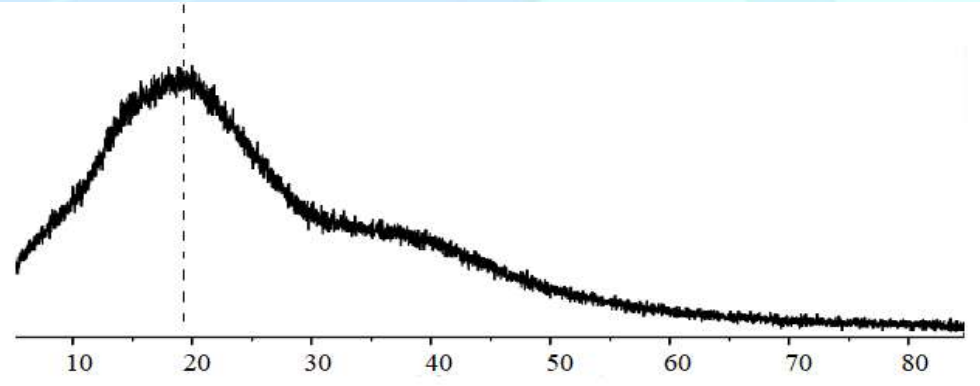
1-Jadval

Ba’zi texnologik parametrlarning inulinning chiqishi va xususiyatlariga ta’siri

Ekstraksiya vaqti, daq	t, °C	Chiqish, %	Inulin rangi
15	45-50	9,1	Oqish-kremsimon
30	45-50	10,6	Oqish-kremsimon
60	45-50	11,5	Oqish-kremsimon
15	60-70	11,3	Oqish-kremsimon
30	60-70	12,8	Oqish-kremsimon
45	60-70	13,5	Oqish-kremsimon
15	80-85	8,0	Kremsimon
30	80-85	6,7	Kremsimon-sariq

Tahlil uchun namunalar oldindan doimiy og‘irlikkacha quritildi, maydalandi va 5° dan 80° gacha bo‘lgan 2θ burchak oralig‘ida CuKα-nurlanish yordamida difraktometrda o‘rganildi. Kristall inulinning rentgenogrammalarida kristall shaklga xos bo‘lgan aniq, keng cho‘qqi, xususan 2θ≈15°-19° sohasida kuzatiladi (2-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. Ultratovush bilan ishlov berish orqali ajratib olingan inulinning rentgenogrammasi

Yorug‘lik mikroskopi yordamida olingan inulinning mikrofotosuratlari polisaxaridning shaklini ko‘rsatadi (3-rasm). Keltirilgan rasmlardan ko‘rinib turibdiki, inulin zarrachalari yarim shaffof tuzilishga ega bo‘lgan mayda donador shakllar ko‘rinishida namoyon bo‘lishi mumkin. Qutblangan yorug‘lik qo‘llanilganda, kristall shakllarga xos bo‘lgan kuchsiz ikki nurli sinishni kuzatish mumkin. Zarrachalarning o‘lchamlari turlicha, biroq ko‘pincha ular mikron oralig‘ida bo‘lib, bir tekis taqsimlanmagan. Inulinning umumiy mikrofotosurati g‘ovak, tuzilmasiz massani eslatadi. Shuningdek, bir-biriga yopishib qolgan bir nechta zarrachalardan iborat bo‘lgan agregatlar ham ko‘zga tashlanadi. Zarrachalarning chegaralari ko‘pincha noaniq bo‘ladi, bu esa qo‘shimcha tahlil usullarisiz aniq morfologik tasniflashni qiyinlashtiradi.

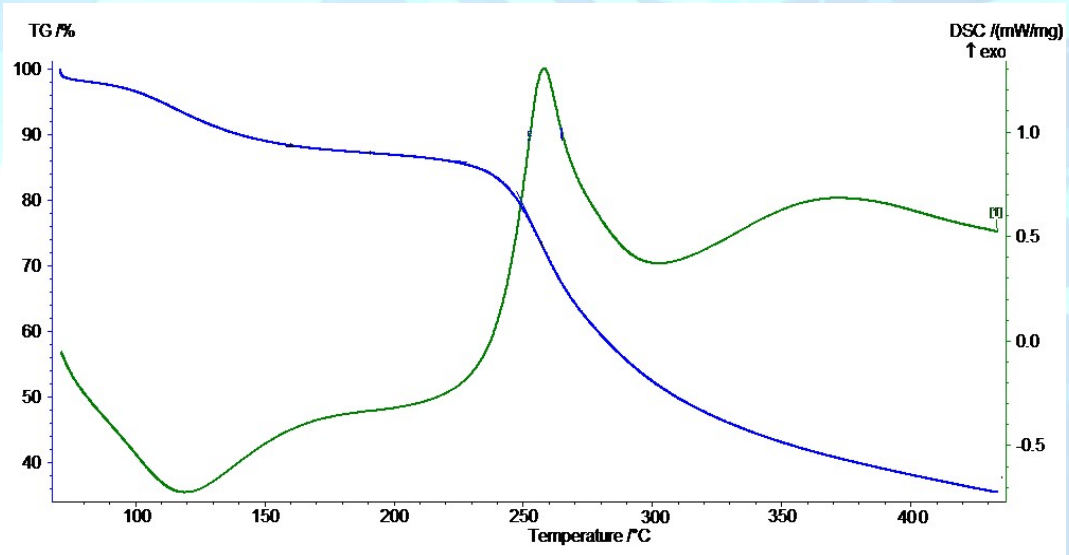


3-rasm. Inulinning yorug‘lik mikroskopida olingan mikrofotosuratlari (400 marta kattalashtirilgan)

Termik tahlil va differensial termogravimetriya natijalariga ko‘ra, inulinning haroratli parchalanishi uch bosqichda aniq namoyon bo‘ladi (4-rasm). Birinchi bosqichda (48-110 °C) termik destruksiya darajasi minimal bo‘lib, bu asosan polimer yuzasiga adsorbsiyalangan bog‘langan suvning bug‘lanishi bilan izohlanadi. Ikkinchi bosqichda (110-242 °C) efir bog‘larining parchalanishi va funksional fragmentlarning bir vaqtning o‘zida ajralishi kuzatiladi. Bu jarayon turli xil uchuvchan oksidlarning hosil bo‘lishi va asosiy zanjirning qisman degradatsiyasi bilan kechadi. Oxirgi bosqich (245 °C dan yuqori) polisaxaridning chuqur parchalanishi va uglerod qoldig‘i hosil bo‘lishi bilan bog‘liq eng kuchli

ISSN 3030-3907

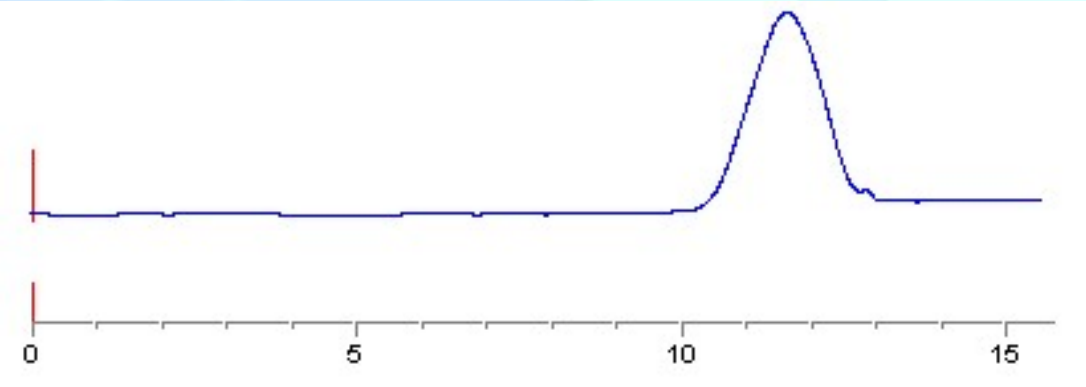
massa yo‘qotilishi bilan tavsiflanadi. Shuningdek, ikkinchi bosqich inulinning funksional guruhlarining termik barqarorligini baholash uchun juda muhim ekanligini ta’kidlash lozim. Ushbu bosqichda massa yo‘qotishning eng yuqori tezligi modifikatsiyalangan qismlarning asosiy parchalanishi sodir bo‘ladigan haroratni ko‘rsatadi. DTG (differensial termogravimetriya) egri chiziqlarining tahlili parchalanishning oraliq mahsulotlari mavjudligini tasdiqlaydi. Olingan ma’lumotlar funksional materiallar tarkibidagi inulinni quritish, saqlash va qayta ishlashda optimal harorat sharoitlarini aniqlash uchun muhim ahamiyatga ega.



4-rasm. Ultratovush bilan ishlov berish orqali ajratib olingan inulinning termogrammasi

Olingan inulinning gel-xromatogrammasi fraksiyalarning molekulyar massa bo‘yicha taqsimlanishini aks ettiruvchi grafikdan iborat (5-rasm). Xromatogrammada polimerlanishning ma’lum darajasiga ega bo‘lgan inulinning ustunlik qiluvchi fraksiyasiga mos keladigan bitta aniq asosiy cho‘qqi kuzatiladi. Cho‘qqining tor shakli namunaning yuqori bir jinsliligini ko‘rsatadi. Qo‘shimcha cho‘qqilarning yo‘qligi inulinning yuqori darajada tozalanganligi va bir xilligidan, shuningdek, tor molekulyar-massaviy taqsimlanishidan dalolat beradi. Gel-xromatografiya usuli bilan inulinning o‘rtacha molekulyar massasi 5400 Da ekanligi aniqlandi. Bu olingan inulinni past yoki o‘rta polimer fraksiyalar guruhiga kiritish imkonini beradi, bu esa uni funksional oziq-ovqat mahsulotlarida yoki farmatsevtik moddalar tarkibida qo‘llash uchun istiqbolli qiladi.

ISSN 3030-3907



5-rasm. Ultratovush bilan ishlov berib ajratib olingan inulinning gel-xromatogrammasi

Xulosa. Shunday qilib, o‘tkazilgan tadqiqotda topinambur o‘simligi tuganaklariga ultratovush bilan ishlov berish orqali inulin ajratib olindi. Mikroskopiya, rentgenostrukturaviy tahlil, gel-xromatografiya va termogravimetriya usullari yordamida olingan inulinning asosiy fizik-kimyoviy xususiyatlari, jumladan molekulyar massasi, issiqlikka chidamliligi va morfologik xususiyatlari aniqlandi. Olingan ma’lumotlar ultratovush yordamida olingan inulinning yanada tartibli tuzilishi va yuqori tozalikka ega ekanligini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Shoaib M, Shehzad A, Omar M, Rakha A, Raza H, Sharif HR, Shakeel A, Ansari A, Niazi S. // Inulin: Properties, health benefits and food applications. Carbohydr Polym. -2016. -V.147. -P.444-454.
2. Karimi R, Azizi MH, Ghasemlou M, Vaziri M. Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer // Carbohydr Polym. -2015. -V.119. -P.85-100.
3. Ahmed W. Rashid S. Functional and therapeutic potential of inulin: A comprehensive // Crit Rev Food Sci Nutr. -2019. -V.59(1). -P.1-13.
4. Li J., Jia S., Yuan C., Yu B. Jerusalem artichoke inulin supplementation ameliorates hepatic lipid metabolism in type 2 diabetes mellitus mice by modulating the gut microbiota and fecal metabolome // Food Funct. -2022. -V.13. -P.11503-11517.
5. Li K., Zhang L., Xue J., Yang X., Dong X., Sha L., Dietary inulin alleviates diverse stages of type 2 diabetes mellitus via anti-inflammation and modulating gut microbiota in db/db mice // Food Funct. -2019. -V.10. -P.1915-1927
6. Коденцова В.М., Леоненко С.Н., Бекетова Н.А., Кошелева О.В. Инулин как компонент обогащенных пищевых продуктов: влияние на микронутриентный статус организма // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. -2022. -№3. -С.34-42.

ISSN 3030-3907

7. Митрофанова И.Ю., Яницкая А.В., Шуленина Ю.С. Перспективы применения инулина в медицинской и фармацевтической практике // Вестник новых медицинских технологий. -2012. -Т.XIX. -№2. -С 45-48.
8. Королева Ю.С. Удобрение топинамбура при многолетнем использовании плантаций: дис. ... канд. с./х. наук. Тверь, 2009. 294 с.

ISSN 3030-3907