

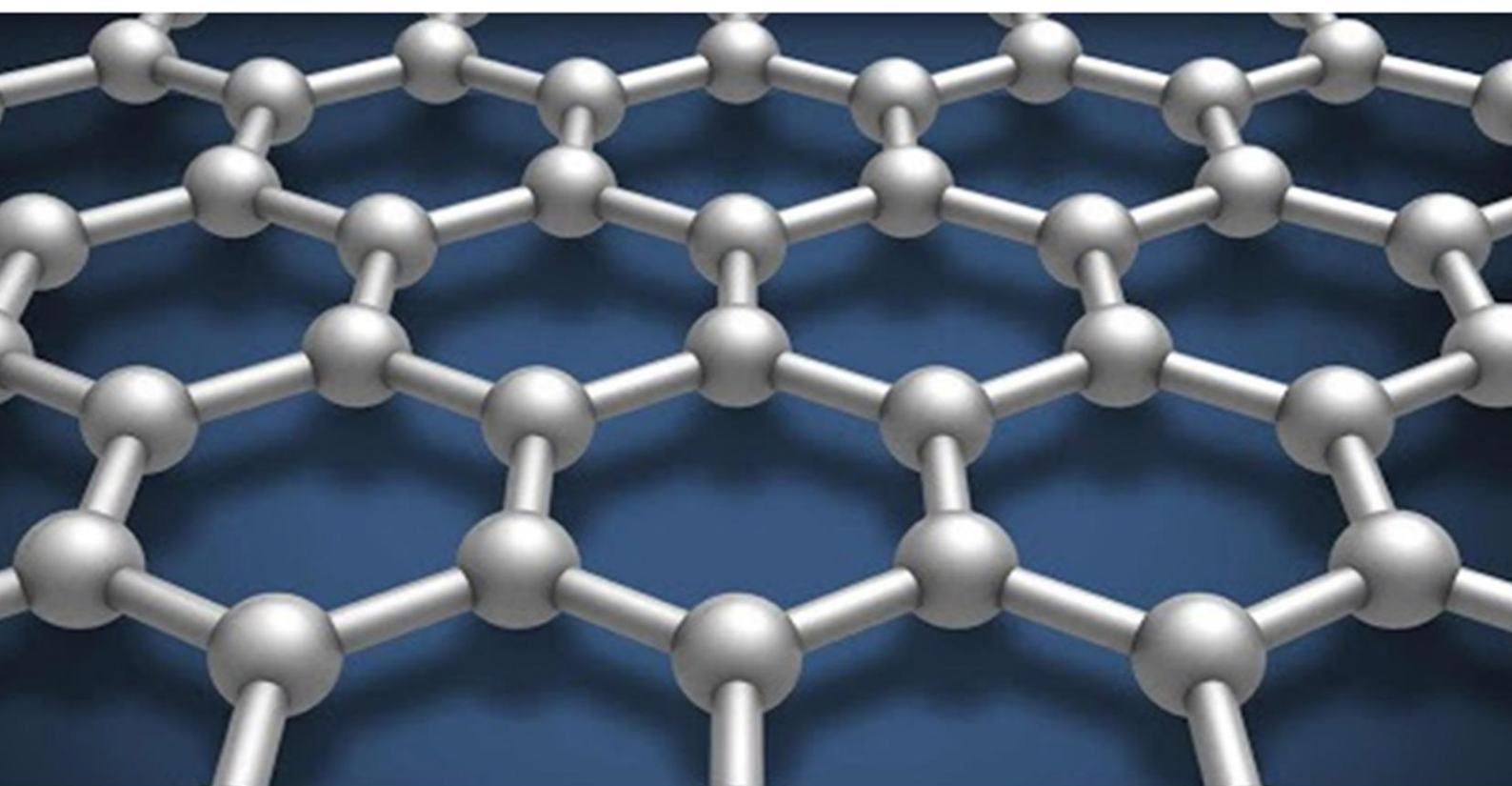
ISSN 2091-5527

№ 3/2026

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

UDK 547.96: 615.011.4

MONOKARBOKSILINULINNING SINTEZI VA FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI O'RGANISH

Umarova Stora Rovshan qizi¹, Ibragimova Komila Sadriddin qizi¹,
Xusenov Arslonnazar Shernazarovich¹, Kiyamova Malika Isamiddinovna², Raxmanberdiev Gappar¹

¹Toshkent kimyo-texnologiya instituti, ²Shahrisabz davlat pedagogika instituti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda topinambur (*Helianthus tuberosus*) inulini asosida monokarboksilinulin sintez qilish va uning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish maqsad qilingan. Inulinni oksidlash $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4\text{--NaNO}_2$ oksidlovchi tizimida amalga oshirildi. Oksidlovchi aralashma tarkibi, reaksiya harorati va davomiyligining oksidlanish jarayoniga ta'siri o'rganilib, maqbul sharoitlar aniqlandi. Mahsulot tarkibidagi karboksil guruhlar miqdori kalsiy atsetat usuli yordamida, molekulyar tuzilishdagi o'zgarishlar esa infraqizil (IQ) spektroskopiyasi yordamida baholandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4 = 1:1$, $\text{NaNO}_2 = 1,5\%$, xona harorati va 5 soat davomida oksidlash monokarboksilinulin olish uchun maqbul sharoit sifatida belgilandi. IQ-spektr tahlili oksidlanish natijasida inulin makromolekulasida funksional guruhlar tarkibining o'zgarganligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar. Inulin, monokarboksiinulin, azot dioksid, IQ-spektr, oksidlash, azot oksidlari, karboksil guruh.

Kirish. Inulin o'simliklardan olinadigan tabiiy zaxira polisaxarid bo'lib, kimyoviy tuzilishi jihatidan fruktanlar sinfiga mansub. U asosan β -(2 $\rightarrow$ 1)-glikozid bog'lari orqali o'zaro ulangan D-fruktoza qoldiqlaridan hamda zanjir oxirida joylashgan bitta α -D-glyukoza qoldig'idan tashkil topgan. Inulinning polimerlanish darajasi uning manbasiga bog'liq bo'lib, odatda 2 dan 60 gacha, ayrim hollarda esa undan ham yuqori qiymatlarni tashkil etadi. Inulin sikoriy (*Cichorium intybus*), topinambur (*Helianthus tuberosus*), georgina (*Dahlia*), agava (*Agave*) kabi ko'plab o'simliklarda uchraydi va sanoat miqyosida asosan sikoriy ildizidan ajratib olinadi [1].

So'nggi yillarda tabiiy polisaxaridlarga asoslangan funksional materiallarga bo'lgan qiziqish sezilarli darajada ortib bormoqda. Bunga asosiy sabab sifatida ularning qayta tiklanuvchi xomashyo manbalaridan olinishi, biologik parchalanishi, biokompatibilligi hamda atrof-muhit uchun xavfsizligi ko'rsatiladi. Shu jihatdan inulin oziq-ovqat, farmatsevtika, biotexnologiya va biotibbiyot sohalarida keng qo'llanilayotgan istiqbolli biopolimerlardan biri hisoblanadi. Bundan tashqari, inulin prebiotik xususiyatga ega bo'lib, ichak mikroflorasining foydali bakteriyalari rivojlanishini rag'batlantirishi sababli funksional oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda ham keng foydalaniladi [2-4].

Biroq tabiiy inulinning kimyoviy faolligi nisbatan past bo'lib, uning molekulasida reaksiyaga kirishuvchi funksional guruhlar sonining cheklanganligi ayrim amaliy yo'nalishlarda qo'llanilishini chegaralaydi. Shu sababli inulinni kimyoviy modifikatsiyalash orqali yangi funksional guruhlarni kiritish va uning fizik-kimyoviy xossalarini boshqarish dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Modifikatsiyalangan inulin hosilalari yuqori reaktivlikka ega bo'lib, ular dori tashuvchi tizimlar, gidrogellar, biologik faol qoplamalar hamda boshqa funksional biomateriallar yaratishda istiqbolli xomashyo sifatida qaralmoqda [5].

Inulinni kimyoviy modifikatsiyalashning esterifikatsiya, eterifikatsiya, graft-polimerlanish, sulfatlash, fosfatlash va oksidlash kabi turli usullari ishlab chiqilgan. Ular orasida oksidlash jarayoni alohida ahamiyatga ega, chunki oksidlanish natijasida polisaxarid molekulasida karboksil guruhlari hosil bo'ladi. Karboksil guruhlarning paydo bo'lishi polimerning gidrofilligi, ion almashinish qobiliyati va keyingi kimyoviy modifikatsiyalanish imkoniyatlarini oshiradi. Natijada olingan monokarboksillangan hosilalar turli biologik faol moddalar bilan kovalent bog'lanish hosil qilishi hamda kompozitsion materiallar sintezida faol ishtirok etishi mumkin.

Polisaxaridlarni oksidlash uchun natriy periodat, vodorod peroksid, TEMPO/NaBr/NaClO tizimi va azot dioksidi (NO_2) kabi turli oksidlovchi reagentlardan foydalaniladi. Ushbu usullar orasida azot dioksidi yordamida oksidlash bir qator afzalliklarga ega. Xususan, NO_2 birlamchi gidroksil guruhlarni nisbatan selektiv ravishda karboksil guruhlorigacha oksidlash imkonini beradi hamda polisaxaridning asosiy uglevod zanjirini sezilarli darajada buzmaydi. Shu bilan birga, oksidlanish darajasi reaksiya harorati, davomiyligi, oksidlovchi miqdori va reaksiya muhiti kabi omillarni boshqarish orqali tartibga solinishi mumkin. Bu esa kerakli miqdorda karboksil guruhlarni saqlovchi monokarboksillangan hosilalarni olish imkonini yaratadi.

Monokarboksilinulinning xossalari, avvalo, oksidlanish sharoitlariga bevosita bog'liq. Oksidlovchi miqdorining ortishi yoki reaksiya

vaqtining haddan tashqari uzayishi polisaxarid zanjirining degradatsiyasiga va molekulyar massaning kamayishiga olib kelishi mumkin. Aksincha, optimal sharoitlarda olib borilgan oksidlash jarayoni inulin molekulasiga karboksil guruhlari samarali kiritgan holda uning asosiy tuzilishini saqlab qolishga imkon beradi. Shu sababli oksidlash parametrlarini optimallashtirish va hosil bo'lgan mahsulotning strukturaviy o'zgarishlarini spektral usullar yordamida baholash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega [6, 7].

Mazkur tadqiqotning maqsadi inulinni azot dioksidi yordamida oksidlash orqali monokarboksilinulin sintez qilish, oksidlash jarayonining optimal sharoitlarini aniqlash hamda olingan mahsulotning fizik-kimyoviy xossalarini IQ spektroskopiyasi yordamida o'rganishdan iborat.

Tajriba qism. Tadqiqotda xomashyo sifatida topinambur (*Helianthus tuberosus*) tuganaklaridan ajratib olingan inulin ishlatildi. Oksidlovchi reagent sifatida NO_2 qo'llanildi. Tajribada foydalanilgan barcha kimyoviy reagentlar analitik tozalik darajasiga ega bo'lib, qo'shimcha tozalashsiz ishlatildi.

Monokarboksilinulin sintezi.

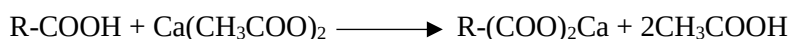
Monokarboksilinulin sintezi uchun konsentrlangan nitrat kislota va fosfat kislotaning 1:1 hajmiy nisbatdagi aralashmasi tayyorlandi. Tayyorlangan kislotalar aralashmasidan 70 ml hajmda olinib, unga 4,0 g inulin namunasi qo'shildi. So'ngra reaksiya

aralashmaga 1,0 g natriy nitrit qo'shildi. Reaksiya jarayonida qizil-qo'ng'ir rangli gaz ajralishi kuzatilishi bilan kolba og'zi berkitildi. Reaksiya aralashma doimiy aralashtirib turildi.

Inulinni oksidlash jarayoni 10-40 °C haroratda 4-24 soat davomida olib borildi. Reaksiya davomiyligi va harorat oksidlanish jarayonining optimal sharoitlarini aniqlash maqsadida o'zgartirib borildi. Reaksiya yakunlangandan so'ng reaksiya aralashma distillangan suv bilan suyultirildi va hosil bo'lgan mahsulot molekulyar massa chegarasi 1000 Da bo'lgan dializ membranasi yordamida dializ qilindi. Dializ jarayoni past molekulyar reaksiya komponentlar to'liq chiqarilguncha davom ettirildi. Tozalangan mahsulot lyofilizator yordamida quritilib, monokarboksilinulin kukun holida olindi.

Karboksil guruhlar miqdorini aniqlash.

Monokarboksilinulin tarkibidagi karboksil guruhlar miqdori kalsiy atsetat usuli yordamida aniqlandi. Buning uchun 1,0 g tekshirilayotgan namuna 250 ml hajmli stakanga solinib, ustiga 60 ml 0,25 M $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ eritmasi va 100 ml distillangan suv qo'shildi. Hosil bo'lgan aralashma magnit aralashtirgichda 6 soat davomida aralashtirildi. Shundan so'ng aralashmadan 25 ml olinib, ajralib chiqqan sirka kislotasi 0,01 M natriy gidroksid (NaOH) eritmasi bilan bromtimol ko'ki indikator ishtirokida titrlandi. Titrlash natijalari asosida monokarboksilinulin tarkibidagi karboksil guruhlar miqdori hisoblab chiqildi.



Karboksil guruhlar miqdori quyidagi tenglama asosida hisoblandi.

$$-\text{COOH} \text{ (mmol/g)} = \frac{((100 + 60)/25) \cdot c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{m}$$

bunda 100 - suv hajmi, 60 - 0,25 M $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ eritmasining hajmi, 25 - almashinish tugagandan keyingi titrlash uchun olingan suspenziya hajmi, c - NaOH eritmasining konsentratsiyasi (0,01 M), V - titrlash uchun sarflangan NaOH hajmi (ml), m - namunaning massasi (g) [8].

Fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash.

Olingan namunalarning molekulyar tuzilishidagi o'zgarishlarni baholash maqsadida boshlang'ich inulin va monokarboksilinulinning IQ spektrlari "IRTracer-100" Furie-transformatsion infraqizil spektrometrida (Shimadzu, Yaponiya) 400-4000 cm^{-1} diapazonda, KBr tabletasi usulida qayd etildi. Spektrlarda O-H, C-H, C-O-C va C=O guruhlari xos yutilish polosalari tahlil qilinib, oksidlanish natijasida yuzaga kelgan strukturaviy o'zgarishlar baholandi [9].

Natijalar va muhokama. Inulinni oksidlash jarayonining optimal sharoitlarini aniqlash maqsadida reaksiya harorati va davomiyligining monokarboksilinulin hosil bo'lishiga ta'siri

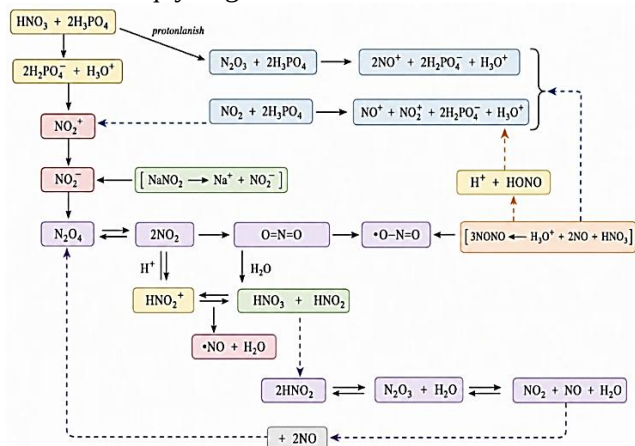
o'rganildi. Oksidlash reaksiyalari 10-40 °C haroratda va 4-24 soat davomida olib borildi. Tadqiqot davomida reaksiya harorati va vaqtining o'zgarishi natijasida hosil bo'lgan mahsulot tarkibidagi karboksil guruhlar miqdorining o'zgarishi asosiy ko'rsatkich sifatida baholandi. Olingan namunalardagi karboksil guruhlar miqdori kalsiy atsetat usuli yordamida aniqlandi.

Reaksiya haroratining oshirilishi oksidlanish jarayonining borishiga va inulin makromolekulasida karboksil guruhlarning shakllanishiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga, reaksiya davomiyligining ortishi oksidlanish darajasining ortishiga olib kelishi o'rganildi. Biroq harorat va reaksiya vaqtining haddan tashqari oshirilishi polisaxarid zanjirining parchalanishi kabi qo'shimcha jarayonlarni yuzaga keltirishi ehtimoli mavjud. Shu sababli mazkur sharoitlarning qiymatlarini aniqlash muhim hisoblanadi.

Olingan natijalar asosida reaksiya sharoitlari bilan mahsulot tarkibidagi karboksil guruhlar

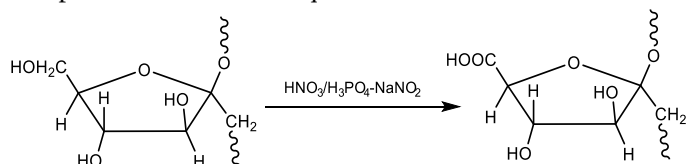
miqdori o'rtasidagi bog'liqlik baholandi hamda inulinni oksidlash uchun eng maqbul harorat va reaksiya davomiyligi belgilandi.

Ushbu tadqiqotimizda inulinni oksidlash uchun $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4$ va NaNO_2 aralashmasidan foydalandik. Aralashmada azot oksidlarining miqdori nisbatan yuqori bo'lib, ularning hosil bo'lishini quyidagicha ifodalash mumkin:



1-rasm. Nitrat va fosfat kislota tarkibli oksidlovchi aralashmada azot oksidlari hosil bo'lishining sxemasi

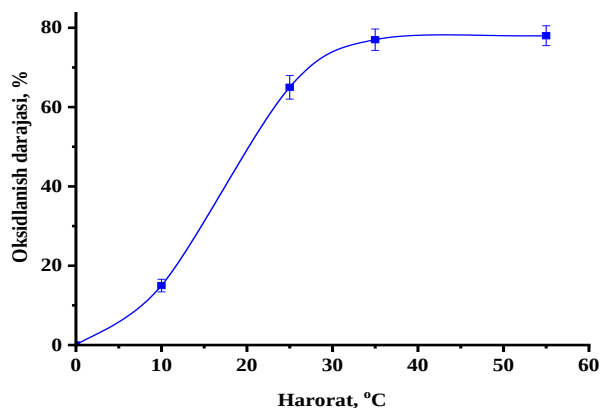
Yuqoridagi 1-rasmda keltirilgan sxemaga muvofiq oksidlovchi tizimlar turli organik birikmalar, jumladan spirtlar va polisaxaridlarni oksidlashda qo'llaniladi [10]. Mazkur tizimdan foydalanish inulindagi gidroksil guruhlarini oksidlab, karboksil guruhlarini tutuvchi oksidlangan inulin hosilalarini olish imkonini beradi (2-rasm). Shu sababli tadqiqotda ushbu oksidlovchi tizim tanlanib, inulinni oksidlashning optimal sharoitlari aniqlandi.



2-rasm. Monokarboksilinulin sintezi reaksiya sxemasi

Monokarboksilinulin hosil bo'lishiga reaksiya harorati va davomiyligining ta'sirini aniqlash hamda oksidlashning maqbul sharoitlarini belgilash maqsadida tajribalar turli harorat va reaksiya davomiyliklarida olib borildi. Olingan namunalardagi karboksil guruhlar miqdori kalsiy atsetat usuli yordamida aniqlandi.

Dastlab inulinni oksidlash jarayonida oksidlovchi aralashma tarkibining ta'siri o'rganildi. Tajriba natijalariga ko'ra, kislotalarining 1:1 hajmiy nisbatida va NaNO_2 ning 1,5% miqdorida inulinning oksidlanish darajasi yuqori bo'lishi kuzatildi. Mazkur nisbatda reaksiyon muhitda oksidlovchi azot oksidlarining hosil bo'lishi uchun maqbul sharoit shakllanib, inulin makromolekulasining oksidlanishi nisbatan samarali kechdi. Shu sababli keyingi tajribalarda

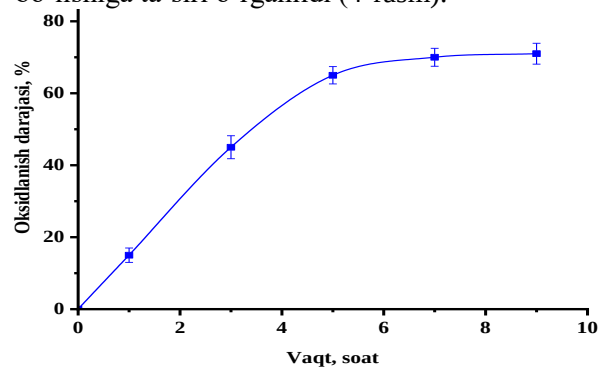


3-rasm. Reaksiya haroratining inulinning oksidlanish darajasiga ta'siri

$\text{HNO}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1:1$ va $\text{NaNO}_2 = 1,5\%$ nisbatlari oksidlovchi tizimning maqbul tarkibi sifatida qabul qilindi. Ushbu sharoitda reaksiyaga haroratning ta'siri o'rganildi (3-rasm).

Natijalardan ko'rinib turibdiki, haroratning oshirilishi oksidlanish jarayonining borishiga ijobiy ta'sir ko'rsatish bilan birga, ma'lum qiymatdan yuqorida mahsulot unumining pasayishiga olib keladi. Xona haroratiga yaqin sharoitda oksidlanish jarayoni barqaror kechib, yuqori natijaga erishildi. Haroratning yanada oshirilishi esa reaksiyon muhitdagi qo'shimcha jarayonlarning kuchayishi natijasida monokarboksilinulin unumining kamayishiga sabab bo'ldi.

Shu sababli keyingi tajribalarda xona harorati optimal reaksiya harorati sifatida qabul qilindi. Keyingi bosqichda ushbu haroratda reaksiya davomiyligining monokarboksilinulin hosil bo'lishiga ta'siri o'rganildi (4-rasm).

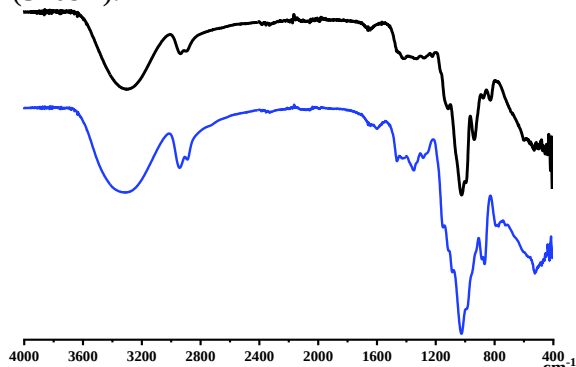


4-rasm. Reaksiya davomiyligining inulinning oksidlanish darajasiga ta'siri

4-rasmda reaksiya davomiyligining inulinning oksidlanish darajasiga ta'siri keltirilgan. Reaksiya davomiyligi ortishi bilan oksidlanish darajasi dastlab sezilarli ravishda oshib bordi. 1 soatlik reaksiyada oksidlanish darajasi 15 %, 3 soatda 45 %, 5 soatda esa 65 % ni tashkil etdi. Reaksiya davomiyligini 5 soatdan keyin oshirishda oksidlanish darajasining ortishi sekinlashib, 7 soatda 70 %, 9 soatda esa 71 % atrofida bo'ldi. Reaksiya vaqtining yanada uzaytirilishi oksidlanish jarayoni bilan bir qatorda inulin makromolekulasining destruksiyanish

jarayonlarini kuchaytirishi natijasida mahsulot unumining pasayishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli oksidlanish darajasi, mahsulot unumi va reaksiya davomiyligi o'rtasidagi nisbatni hisobga olgan holda 5 soat reaksiya vaqti maqbul sharoit sifatida tanlandi.

Tadqiqot natijasida inulinni $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4$ – NaNO_2 oksidlovchi tizimida oksidlash orqali monokarboksilinulin olish imkoniyati aniqlandi. Oksidlovchi aralashmaning $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4 = 1:1$ hajmiy nisbati va NaNO_2 ning 1,5% miqdori maqbul deb belgilandi. Reaksiya sharoitlarini optimallashtirish natijasida xona harorati va 5 soatlik reaksiya davomiyligi monokarboksilinulin olish uchun eng maqbul sharoit sifatida tanlandi. Reaksiya vaqtining ortishi esa inulin makromolekulasining destruksiyanishini kuchaytirib, mahsulot unumining pasayishiga olib kelishi kuzatildi. Olingan mahsulotning IQ-spektr tahlili inulin tuzilishida oksidlanish natijasida yuzaga kelgan funksional o'zgarishlarni tasdiqladi (5-rasm).



5-rasm. Inulin va oksidlangan inulin hosilasining IQ spektrlari

Boshlang'ich inulin va oksidlanish natijasida olingan monokarboksilinulinning IQ spektrlari o'zaro taqqoslandi. Spektrlarda $3600\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ sohasida kuzatilgan keng yutilish polosasi polisaxarid tarkibidagi gidroksil guruhlarining O-H

valent tebranishlari bilan bog'liq. $\sim 2900\text{ cm}^{-1}$ atrofidagi yutilishlar esa alifatik C-H bog'larining valent tebranishlariga tegishlidir.

Inulin uchun xarakterli bo'lgan $1200\text{--}900\text{ cm}^{-1}$ oralig'idagi intensiv yutilish polosalari glikozid bog'lari va C-O-C hamda C-O guruhlarining tebranishlari bilan bog'liq bo'lib, polisaxaridning uglevod skeletini tavsiflaydi. Oksidlangan namunada ushbu sohadagi yutilish polosalarining intensivligi va shaklida sezilarli o'zgarishlar kuzatilishi inulin makromolekulasining kimyoviy modifikatsiyalanganligini ko'rsatadi.

Shuningdek, oksidlangan inulin spektrida 1720 cm^{-1} atrofidagi yutilish sohasining o'zgarishi oksidlanish natijasida karboksil guruhlarining hosil bo'lishi bilan bog'liq. Mazkur spektral o'zgarishlar kalsiy atsetat usulida aniqlangan karboksil guruhlar miqdori bilan birgalikda inulin makromolekulasining oksidlanganligini tasdiqlaydi.

Xulosa. Tadqiqot natijasida topinambur (*Helianthus tuberosus*) inulini asosida monokarboksilinulin olish imkoniyati o'rganildi. Inulinni oksidlash uchun $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4$ – NaNO_2 tizimi tanlanib, oksidlovchi aralashma tarkibi, reaksiya harorati va davomiyligining jarayonga ta'siri baholandi. $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4 = 1:1$ hajmiy nisbat va NaNO_2 ning 1,5% miqdori maqbul tarkib sifatida belgilandi. Oksidlash jarayoni uchun xona harorati va 5 soatlik reaksiya davomiyligi maqbul sharoit sifatida tanlandi. Reaksiya vaqtining ortishi inulin makromolekulasining destruksiyanishini kuchaytirishi aniqlandi. Kalsiy atsetat usuli yordamida mahsulot tarkibidagi karboksil guruhlar miqdori baholandi. IQ-spektroskopik tahlil natijalari boshlang'ich inulin va oksidlangan inulin spektrlari o'rtasidagi farqlarni ko'rsatib, oksidlanish natijasida makromolekula tuzilishida kimyoviy o'zgarishlar yuz berganligini tasdiqladi.

ADABIYOTLAR

1. Mensink M.A., Frijlink H.W., van der Voort Maarschalk K., Hinrichs W.L.J. Inulin, a flexible oligosaccharide I: Review of its physicochemical characteristics. *Carbohydrate Polymers*. 2015;130:405–419.
2. Hughes R.L., Alvarado D.A., Swanson K.S., Holscher H.D. The Prebiotic Potential of Inulin-Type Fructans: A Systematic Review. *Advances in Nutrition*. 2022;13(2):492–529.
3. Хусенов А.Ш., Жонузов А.Ж., Камалова Д.С., Тилаков Ж.Р., Рахманбердиев Г. Синтез хлоринулина с различными характеристиками // Научно-технический журнал Ферганского политехнического института. -2024. -Т.28. №1. -С. 224-227.
4. Raxmanberdiev G., Kiyamova M.I., Abdullaev O.X., Xusenov A.Sh. Inulin, karboksimetilulinin molekulyar tuzilishi va fibroinni strukturlashini o'rganish // Kompozitsion materiallar. 2024. № 2. -B. 106-109.
5. Verraest D.L., Peters J.A., van Bakkum H. The platinum-catalyzed oxidation of inulin. *Carbohydrate Research*. 1998;306(1-2):197-203.
6. Yackel E.C. The Oxidation of Cellulose by Nitrogen Dioxide. *Journal of the American Chemical Society*. 1942;64(1):121–127.
7. Ashurov M., Khusenov A., Rakhmanberdiev G., Abdullayev O. (2025). Oxidation Kinetics, Thermal Properties, and Functional Activity Of Carboxymethyl Inulin // *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. – 2025. – № 3 – 4. – P. 9-14.
8. Wu Y., He J., Cheng W., Gu H., Guo Z., Gao S., Huang Y. Oxidized regenerated cellulose-based hemostat with microscopically gradient structure // *Carbohydrate polymers*. -2012. -V.88(3). -P.1023-1032.
9. Хусенов А.Ш., Камалова Д.С., Кее Н.К., Рахманбердиев Г. Синтез и исследование физико-химических свойств производных инулина содержащих аминогруппы // Научно-технический журнал Ферганского политехнического института. -2024 Т28,3. -С. 179-183.
10. Kumar V., Yang T. $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4$ – NaNO_2 mediated oxidation of cellulose preparation and characterization of bioabsorbable oxidized celluloses in high yields and with different levels of oxidation. *Carbohydrate Polymers*. 2002;48(4):403–412.

ОКТАБРЬ

№ 3(108)

2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Исмаилов Р.И., Мусабеков Д.Х., Рахимов Х.Ю. Экспериментальное исследование процесса обезвоживания отработанного масла с применением деэмульгатора «КХД-М-1».....	3
Абед Н.С., Негматов С.С., Бухаров С.Н., Сергиенко В.П., Туляганова В.С., Сохобиддинова Ф.Ж., Эшкobilов О.Х., Джабаров Б.Т., Шамсиева С.С. Научно-технологические принципы создания и применения антиэлектростатических полимерных композитов и покрытий	6
Kucharov A.A., Yusupov F.M., Qurbonov A.R., Xalilov S.U., Toshboboyeva R.A. Sirt faol moddalarning ko'mirni boyitishdagi kolloid-kimyoviy mexanizmlari	11
Sayimova D.Q., Amonov M.R., Ramazonova Z.Y. Sorbentning sorbsion xossasiga kislotalik muhiti va sirt g'ovaklik o'lchamlarini ta'siri	16
Азизова Х.М., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Равновесные и кинетические характеристики сорбции меди(II) гранулированным амидоксимным ионитом	19
Umarova S.R., Ibragimova K.S., Xusenov A.Sh., Kiyamova M.I., Raxmanberdiev G. Monokarboksilinulinning sintezi va fizik-kimyoviy xossalari o'rganish	22
Berdiqulov B.Sh., Ixtiyarova G.A., Safarov A.R. Kaolin va Apis mellifera xitozan asosidagi kompozit biosorbentni sintez qilish va dastlabki tavsiflash	26
Abdurazakov S.E., Maksumova O.S., Fozilova U.J. Metakril kislotasi asosida antipiren sintezi	30
Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Мусабеков Д.Х., Рахимов Х.Ю., Исмаилов Р.И. Методики определения физико-химических свойств отработанного масла после обработки композиционным деэмульгатором.....	33

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Негматов С.С. Теоретические основы контактного взаимодействия антифрикционных композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения с хлопком-сырцом	36
Тухтаев Ф.С., Мусоева Д.Н., Мардонова М.З., Махмудова М.М., Негматов С.С. Исследование физико-механических свойств полимер-полимерных композиционных материалов, наполненных минеральными ингредиентами	41
Каримов Ш.А., Алимбабаева З.Л. Темир кукуни асосли юкори ғовакли материал олиш ва унинг хossalari	44
Yusupova S.Yu., Kamalova D.I. Polipropilen grafit kompozitlarining tuzilishi va mexanik xossalari grafit miqdorining ta'siri	46
Djabarov B.T. Elektrotexnika sanoati uchun polimer kompozit materiallarning elektrofizik xususiyatlari va ularni boshqarish usullari tadqiqoti	49
Кабулова Л.Б., Оразимбетова Г.Ж. Влияние глинистого сланца на физико-механические свойства и пуццолановую активность композиционного портландцемента	51
Тилабов Б.К. Анализ состава, свойств и структуры сталей, чугунов и сплавов и их термическая обработка	53
Axmedova M.F., Ubaydullayeva D.H. Ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasini baholash metodikasini takomillashtirish	57
Arabov J.S., Matismailov S.L., Urmanov N.T., Islomova M.S., Ergashova J.J. Qutblangan elektr maydonida sintetik tolalarni emulsiyalashning fizik asoslarini tadqiq etish	59
Karimov K.A., Shaxobutdinov R.E., Karimova A.R., Xo'jamov A. Zoldir prokatlash valogi rebordalariga 35V9X3CF markali kukunli sim qoplama qoplash orqali ish unumdorligini oshirish istiqbollari	63
Абдурахимова М.И., Тухташева М.Н., Сапаров Б.Ж., Рахимов М.Ю. Оптимизация технологических параметров и исследование механических свойств композиционного покрытия ADC12/SiC для поверхностей корпуса редуктора	66