

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

4-2025
TABIY FANLAR

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

KIMYO

A.X.Xaitbayev, N.F.Xabibullayeva, Sh.X.Karimov Apis mellifera asosida olingan xitozan deatsetillanish darajasini aniqlash	6
F.Hoshimov, Kh.Butanov, Sh.Mamatkulov, O.Ruzimuradov Yuqori elektrokimyoviy aktiv yuzaga ega CoFeNi-Mf/Nf bifunksional elektrokatalizator: sintez, morfologik tahlil va ECSA baholash	12
D.B.Karimova, X.V.Burxanova Prunus amygdalus po'stlog'ining elementar tarkibini ICP-OES usulida aniqlash	18
Sh.B.Mamatova, M.J.Qurbanov Ikkilamchi polietilen asosida olingan yangi turdagi polimer materialining olovbardoshligini aniqlash	22
S.X.Botirov, D.A.Eshkursunov, S.Y.Xushvaqto'v, D.J.Bekchanov, M.G.Muxamediyev AN-31 anioniti yordamida sun'iy eritmalardan Xrom (VI) ionlarini sorbsiyalash izotermasini tadqiq etish	27
N.A.Izatillayev, A.A.Rasulov, F.B.Eshqurbonov, J.M.Ashurov, A.A.Ashurova 2-gidroksi 1-naftaldegidning Ni^{2+} ion bilan hosil qilgan metallokompleksi sintezi, tuzilishi va hirshfeld yuzasi tahlili	32
H.G'.Qurbonov, D.A.Gafurova, M.K.Rustamov, O.N.Temirov Poliakrilonitril va tiomochevina asosida anion almashinuvchi material olish	40
Z.A.Matrasulova, A.A.Masharipov, Sh.O.Masharipov Xorazm vohasi tuproq iqlim sharoitida o'suvchi <i>Cistanche salsa</i> o'simligining bioekologik xususiyatlari	49
Sh.R.Mavlonova, S.A.Botirova, E.O.Ergashova, G'.U.Xayrullayev, B.S.Torambetov, Sh.A.Kadirova 3-amino-5-merkapt-1,2,4-triazolning kadmiy(II)yodid bilan hosil qilgan kompleks birikmasining tadqiqoti	53
I.R.Asqarov, B.G'.Jumanova Evaluation of the qualitative and quantitative indicators of the organum <i>Titthanthum</i> and <i>Salvia officinalis</i> plant compound	60
Sh.T.Xaydarova, M.Y.Isaqov, R.A.Payg'amov, D.R.Tojiboyev Mahalliy daraxt poya va ildizi chiqindilari asosida olingan ko'mir adsorbentlarning IQ-spektrlarini o'rganish	65
S.Sh.Rashidova, P.Q.Qudrat, A.T.Arslon Nanoaskorbat xitozanning olinishi va uning tut ipak qurti hosildorligiga ta'siri	70
Sh.N.Urolov, M.R.Yuldasheva, S.R.Saparbayev, Y.H.Yo'ldoshev 1-(p-toluilazo) naftol-2 ning atomlari zaryad qiymatlari va ayrim energetik parametrlarini Hyper chem dasturida o'rganish va Chem Office dasturi bilan taqqoslash	75
J.E.Shamshiyev, A.A.Ibragimov, O.M.Nazarov Mahalliy vino mahsulotlarining oqsil miqdori va aminokislota tarkibini o'rganish	86
M.R.Yakubxodjaeva, M.A.Pirimova Biologik faollikga ega 1,2,3-triazol hosilalarining sintezi	91

BIOLOGIYA

A.N.Jumayeva, Sh.I.Temirova, I.I.Zokirov <i>Aphelinus mali</i> (Haldeman) – <i>Eriosoma lanigerum</i> shirasiga qarshi samarali biologik kurash vositasi sifatida	96
O.E.Omonov, T.B.Aromov Qashqadaryo botanik-geografik rayoniga kiruvchi katta va kichik o'radaryolar havzasi florasidori vor o'simliklarining birlamchi ro'yxati	100
U.B.Mirzayev, M.I.Quldasheva Shahrixonsoy ta'sir zonasi o'tloqi saz tuproqlarining antropogen omil ta'siridagi evolyutsiyasi	110
I.I.Zokirov, M.U.Mahmudov Farg'ona vodiysi Pentatomoidea (Heteroptera) katta oilasi faunasining shakllanish xususiyatlari	115



UO'K: 512:541.64

APIS MELLIFERA ASOSIDA OLINGAN XITOZAN DEATSETILLANISH DARAJASINI ANIQLASH**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ ХИТОЗАНА, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ APIS MELLIFERA****DETERMINATION OF THE DEGREE OF DEACETYLATION OF CHITOSAN EXTRACTED FROM APIS MELLIFERA****Xaitbayev Alisher Xamidovich¹** ¹O'zbekiston Milliy universiteti, kimyo fanlari doktori, professor**Xabibullayeva Nozima Fazliddin qizi²** ²T.T.A. Tibbiy va biologik kimyo kafedrası o'qituvchisi, PhD**Karimov Sherali Xasanovich³** ³Farg'ona davlat universiteti, kimyo kafedrası katta o'qituvchisi, PhD**Annotatsiya**

So'nggi vaqtlarda biyomoslilik, bioparchalanuvchanlik, saraton, bakteriya va zamburug'larga qarshi yuqori biologik faolliklarni namoyon qiluvchi xitin va uning muhim hosilasi xitozanga bo'lgan talab, yangi xomashyo manbaalarini aniqlash va foydalanilish sohalari kengaytirishga doir ko'plab tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Xitozanning biologik faolliklarini namoyon bo'lishida deatsetillanish darajasi muhim ahamiyatga ega. Shu maqsadda olib borgan tadqiqotimiz davomida *Apis mellifera* asosida olingan xitozanning deatsetillanish darajasi (DDA) IQ, C/N element analizi, potentsiometrik titrlash usullari yordamida aniqlashni maqsad qilib oldik. Olingan natijalarni tahlil qilish orqali tadqiqotimiz davomida olingan xitozanning deatsetillanish darajasi taxminan 85-90% ekanligi aniqlandi.

Аннотация

В последние годы наблюдается повышенный научный интерес к биосовместимым, биоразлагаемым и биологически активным соединениям, обладающим противоопухолевой, антибактериальной и противогрибковой активностью. Особое внимание уделяется хитину и его ключевому производному — хитозану, в связи с необходимостью поиска новых источников сырья и расширения сфер их применения. Одним из критически важных параметров, определяющих биологические свойства хитозана, является степень деацетилирования (DDA). В рамках настоящего исследования была поставлена задача определения DDA хитозана, выделенного из медоносной пчелы (*Apis mellifera*), с применением инфракрасной спектроскопии, элементного анализа соотношения C/N, а также потенциометрического титрования. На основании полученных данных установлено, что степень деацетилирования исследуемого образца хитозана составляет порядка 85–90 %.

Abstract

In recent years, there has been increased scientific interest in biocompatible, biodegradable, and biologically active compounds with anticancer, antibacterial, and antifungal activities. Particular attention is given to chitin and its key derivative — chitosan, due to the need to find new sources of raw materials and expand their applications. One of the critically important parameters determining the biological properties of chitosan is the degree of deacetylation (DDA). In our research, we aimed to determine the DDA of chitosan extracted from the honeybee (*Apis mellifera*) using infrared spectroscopy, elemental analysis of the C/N ratio, and potentiometric titration. Based on the obtained data, it was established that the degree of deacetylation of the examined chitosan sample is approximately 85–90 %.

Kalit so'zlar: Xitin, xitozan, deatsetillanish darajasi, potentsiometrik titrlash.**Ключевые слова:** Хитин, хитозан, степень деацетилирования, потенциометрическое титрование.**Key words:** Chitin, chitosan, deacetylation degree, potentiometric titration.**KIRISH**

So'nggi vaqtlarda bioparchalanish, biyomoslilik va shu kabi ko'plab biologik faolliklarni namoyon qilganligi uchun keng foydalanilish sohalariga ega bo'lgan tabiiy polisaxaridlar hamda

KIMYO

ulardan olingan mahsulotlarga talab ortib bormoqda. Nafaqat tabiiy polisaxaridlar, balki ularning biosintetik polimerlari ham bioparchalanib, atrof-muhitga zarar keltirmaydi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Tabiiy polisaxaridlarning qo'llanilishi ularning biologik funksiyalari bilan bog'liq bo'lib, tibbiyotda (kardiologiya, stomatologiya, gematologiya, vaksina sifatida) keng foydalaniladi. Bu kabi biotibbiyot sohaslarida qo'llaniluvchi polisaxaridlar dengiz hayvonlari, o'simliklar va bakteriyalarda uchraydi (1-jadval) [1].

1-jadval**Biotibbiyot sohaslarida qo'llaniluvchi polisaxaridlarning eng muhim manbaalari**

Polisaxarid manbaalari	Olingan polisaxaridlar
O'simliklar:	
Algae	Alginatlar, karraginanlar, agaroz
Ildizmevalar	Glyukomannon
Urug'lar	Galaktomannonlar
Asosiy hujayra devorlari	Pektinlar
Hayvonlar:	
Qisqichbaqalar	Xitin va xitozan hosilalari
Xo'roz tojlari, ko'zning shishasimon suyuqligi, kindik yo'li	Gialuronan
Bakteriya	Ksantan, gialuronan, gellan, suksinoglikan

Xitin turli xildagi organizmlar infuzoriya, amyoba, xrizofitlar, ayrim algae suvo'tlari, zamburug'lar, qisqichbaqasimonlar, chuvalchanglar, hasharotlar va molyuskalar tarkibida, zamburug' va mikroorganizmlar (bakteriya) ning hujayra devorlarida uchraydi [2,3].

1995-yilda Goody ko'plab Streptomitset sporlari va protesat bakteriyalarida xitin mavjudligini aniqlagan [4]. Umurtqasizlarning qobiqlari tarkibida 20-55 % gacha xitin uchraydi. Masalan, qisqichbaqasimonlar qobig'i tarkibida 30-40 % protein, 30-50 % kalsiy karbonat, kalsiy fosfat va 20-30% xitin, hasharotlar tarkibida esa umumiy hisobda 30-45 % protein, 25-40 % yog' va 10-15 % xitin uchraydi [5,6]. Quyida keltirilgan 2-jadvalda xitinning ayrim manbaalari va ularning kimyoviy tarkibi keltirilgan.

2-jadval**Xitin manbaalarining kimyoviy tarkibi**

Xitinning xomashyo manbaalari	Namlik, %	Quruq moddada xitin qoplami tarkibi, %				
		Lipid	Oqsil	Minerallar	Xitin	Melanin
Krab <i>Paralithodes camtschaticus</i>	12-14	1-2	25-30	34,5	30-31,5	--
<i>Gammarus lacustris</i> quritilgan	10-11	7,7-13	55-56	23-26	7,0	--
Asalari quritilgani <i>Apis mellifera</i>	8-10	--	50-80	2,17-3,33	10,9-13,3	21,7-33,3
Quritilgan sistalar <i>Artemia sp</i>	8-10	6,5-19,2	56,5-58,0	6,1-12,6	2,5-10,5	--
Quritilgan qo'ziqorin <i>Pleoroutus ostreutus</i>	7-9	5,6-7,0	13-23,6	4,8-6,3	2-5	--

Garchi xitin tabiatda keng tarqalgan tabiiy polimer hisoblansada, uning deatsetillangan shakli xitozan tabiatda kam uchraydi. 1954-yilda Kreger birinchi marta *Hycomyces Blakesleeanus* ning mitseliysi va sporangiforlari tarkibida xitozan mavjudligini aniqlagan. Keyinchalik ayrim zamburug' va qisqichbaqa turlarida xitozan mavjudligi aniqlangan. Bartnicki-Garcia va Nickerson tomonidan *Mucor rouxii* hujayra devorlari tarkibida 32.7 % xitozan uchraishi aniqlangan.

Xitozan birikmalarining kimyoviy tuzilishi va foydalanilish sohalari orasidagi bog'liqlik fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan uzviy bog'liqdir. Deatsetillanish darajasi (DDA) va o'rtacha molekulyar massa eng muhim xususiyatlari hisoblanadi. Deatsetillanish darajasi xitozanning eng muhim xossasi bo'lib, uning deyarli barcha xossalari sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Xitozanning fizik xossalari: qovushqoqlik, termik, bo'kuvchanlik, barqarorlik va kimyoviy xossalari: eruvchanlik, eritmaning pH va reaksiyon faolligiga deatsetillanish darajasi katta ta'sir ko'rsatishi ko'plab

tadqiqotlarda aniqlangan. Xitozanni deatsetillanishiga vaqt va harorat ta'sir ko'rsatadi, bu uning fizik-kimyoviy, biologik xossalarini ham o'zgartiradi. Deatsetillanish darajasi, N-atsillangan glukozamin qoldiqlarini glukozaminga nisbati orqali aniqlanadi. Farmatsevtika sanoatida biotibbiyotda qo'llash uchun ishlab chiqariladigan xitozanning deatsetillanish darajasi 75-98 % bo'lishi kerak. Deatsetillanish darajasi yuqori bo'lgan xitozanning fermentlarga o'xshashligi kamligi uchun yallig'lanishni keltirib chiqarmaydi va shuningdek, deatsetillanish darajasi past bo'lgan xitozanga nisbatan fermentativ parchalanish jarayoni sekinroq boradi [7].

So'nggi vaqtlarda tadqiqotchilar ipak qurtlari, asalarilar va *cicada quagmire* lardan xitozan ajratib olib, ularning funksional xossalarini tahlil qilib, hasharotlardan xitozan olishning qulayligi ularni tez ko'paytirish va yetishtirish mumkinligida ekanligini, ekstraksiya jarayoni birmuncha osonligi hamda olingan xitozanning suvni va yog'larni bog'lash xossalari birmuncha yuqoriligi oziq-ovqat sanoatida qo'llash uchun muhim ahamiyatga egaligini ta'kidlagan. Shuningdek, olingan xitozanning mexanik xossalari ham birmuncha yuqori bo'lishi aniqlangan [8,9]. Shu maqsadda tadqiqotimiz davomida mahalliy xomashyo manbaasi hisoblangan *Apis melliferadan* olingan xitozanning deatsetillanish darajasini o'rganish maqsadida fizikaviy-tadqiqot usullari (IQ, CHNS element analizi, potensiommetrik titrlash)dan foydalandik.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Potensiommetrik titrlash. Xitozanning foydalanilish sohalariga ta'sir etuvchi eng muhim parametrlaridan biri deatsetillanish darajasi (DDA) hisoblanadi. Deatsetillanish darajasini aniqlashning bir necha usullari mavjud. Masalan: ^1H YaMR, IQ, UB spektroskopiya, potensiommetrik va konduktometrik titrlash, element analiz va boshqa usullar [10].

Keng tarqalgan usullardan biri potensiommetrik titrlashda HCl da eritilgan xitozan eritmasi NaOH eritmasi bilan titrlanadi va bunda eritma pH muhiti o'zgarishi doimiy ravishda qayd etib boriladi. Shu asosda qo'shilgan ishqor hajmi bilan pH asosida grafik tuziladi. Hosil bo'lgan grafikda yuzaga kelgan ikkita egrining biri eritmadagi ortiqcha HCl ni neytrallanishi, ikkinchisi xitozan tarkibidagi amino guruhlariga birikkan HCl ni neytrallanishi hisobiga hosil bo'ladi. Ikki egri orasidagi farq asosida xitozan tarkibidagi amino guruhlar (deatsetillanish darajasi, DDA) miqdori aniqlanadi va bunda quyidagi formuladan foydalaniladi [11,12]:

$$DDA = \frac{203 \cdot m}{G - 161 \cdot m + 203 \cdot m} \cdot 100\%$$

bu yerda,

G = xitozan massasi (gr);

161 = xitozan elementar zvenosining massasi;

203 = xitin elementar zvenosining massasi

$$m = V \cdot T$$

V = NaOH eritmasining hajmi (ml)

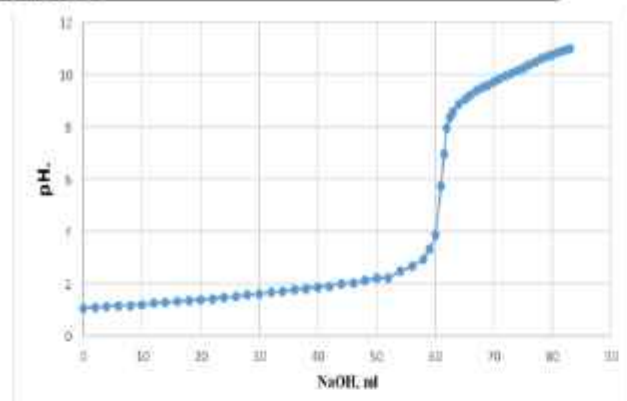
$$V = V_2 - V_1$$

T = NaOH eritmasining titri (mol/ml)

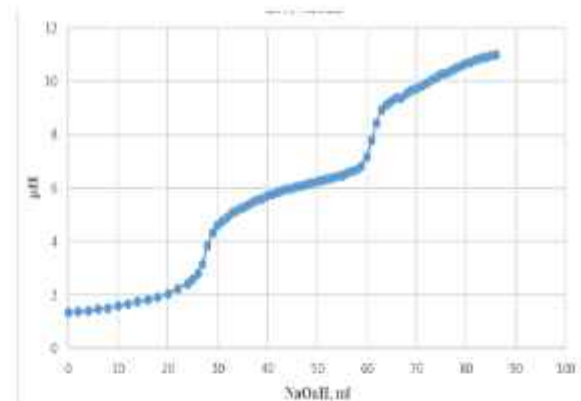
$$T = \frac{A}{B}$$

Bu usul ayrim kamchiliklarga ega: xitozan namunalari tahlil qilishdan oldin quritilishi va tozalanishi, namlik va kul miqdori aniqlanishi lozim. Quyida tadqiqotimiz davomida olingan xitozanning potensiommetrik titrlash egrilari keltirilgan:

KIMYO



2.14-Rasm. HCl eritmasini NaOH eritmasi bilan titrlash egrisi



2.15-Rasm. Apis mellifera xitozanini NaOH eritmasi bilan titrlash egrisi

Element analizi. Element analizi usulida deatsetillanish darajasini aniqlash uchun ma'lum miqdordagi xitozan qizdiriladi va massa o'zgarib borishi asosida C va N foiz miqdorlari aniqlanadi. Bu miqdorlar asosida deatsetillanish darajasini hisoblash uchun C/N nisbatlari topiladi. Unga ko'ra azot miqdori xitozanda 7 % dan ko'proq, xitinda esa 7 % dan kamroq bo'ladi. Bu usulda deatsetillanish darajasini aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi [13-15]:

$$DDA = \left(1 - \frac{C/N - 5.145}{6.816 - 5.145} \right) \times 100$$

5.145 to'liq N-deatsetillangan xitozandagi ($C_8H_{11}O_4N$ takrorlanuvchi qism) C/N nisbati;
6.861 to'liq N-atsillangan xitindagi ($C_8H_{13}O_5N$ takrorlanuvchi qism) C/N nisbati.

Bu usul boshqa usullarga nisbatan tezkor usul hisoblanadi.

IQ spektroskopiya. Bu usul xitozan deatsetillanish darajalarini aniqlashda keng foydalaniluvchi usullardan biri bo'lib, bunda ikkita yutilish sohalaridan foydalaniladi: N-atsetil-d-glukozamin qoldiqlarining amid guruhini ifodalovchi xarakteristik soha va har ikki monomer guruhlarni (d-glukozamin va N-atsetil-d-glukozamin) ifodalovchi standart soha. Eng ko'p foydalaniluvchi xarakteristik va standart sohalar sifatida xitozandagi amid I va gidroksil guruhlarga to'g'ri keluvchi 1652 va 3450 cm^{-1} , shuningdek, N-atsetilglukozamin qoldig'idagi C-N (valent) va $-CH_2$ (deformatsion) guruhlarning yutilish signallaridan foydalaniladi. Bu yutilish signallari sohalaridan foydalanib DDA quyidagicha hisoblanadi:

$$DDA \% = 100 \left(\frac{A_{1320}}{A_{1420}} - 0.3822 \right) \times \frac{1}{0.03133} \quad (1)$$

$$DDA \% = 97.67 \left(26.486 \frac{A_{1655}}{A_{3450}} \right) \quad (2)$$

$$A = 2 - \lg(T\%) \quad DA = 100 - DDA$$

T - transmittance (o'tkazuvchanlik);

A - absorbance (absorbsiya);

DA - atsillanish darajasi;

DDA - deatsetillanish darajasi

IQ spektroskopiya usulida DDA hisoblashning bir qator afzalliklari (tezkorligi, arzon kimyoviy moddalardan foydalanish, ishlatiladigan instrumentlarning xilma-xilligi, shuningdek, moddaning tozaligi yoki eritma holiga o'tkazish talab qilinmasligi) va kamchiliklari (namlik, qo'shimcha moddalar, instrument yoki baseline chizig'i hisobiga yutilish signalidagi ozgina farqlanish ham DDA qiymatini hisoblashda katta farqni yuzaga keltiradi) mavjud. Shuning uchun, bu usul birlamchi xulosalarni olishda ishlatiladi [16]. Quyida turli usullarda aniqlangan DDA natijalari keltirilgan (3-jadval):

**Xitozan deatsetillanish darajasini aniqlashning turli usullarda
tahlil qilish natijalari**

Usul	Potensiometrik titrlash	Element analizi	IQ-spektroskopiya
DDA (%)	86	90	85

Tajriba qismi:

pH metr: Mettler Toledo FiveEasy™ FE20 pH metr

IQ spektr: PerkinElmer Spectrum IR (4000-650 cm^{-1})

Element analiz: UNICUBE (Elementar) element analizatori

Potensiometrik titrlash. 0.2 gr 4 soat davomida deatsetillangan xitozan 0.1N li 20 ml HCl eritmasida eritildi va olingan xitozan eritmasi filtrlandi, keyin 0.05N li NaOH eritmasi bilan 0,5 ml o'sib borish tartibida pH=11 bo'lguncha potensiometrik titrlandi. Aralashma muvozanatga kelguncha vaqti-vaqti bilan aralashtirib turildi. DDA 86 % ni tashkil etishi aniqlandi.

IQ spektroskopiya. 4 soat deatsetillangan xitozan namunasi 1 sutka davomida ortiqcha namlikdan qutulish maqsadida 30-40 °C haroratda quritildi va IQ-spektr (650–4000 cm^{-1} , 64 scan va 2 cm^{-1} , Transmittance mode) yordamida analiz qilindi. Olingan natijalar OriginPro 8.5 programmasi yordamida tahlil qilindi. DDA 85% ni tashkil etishi aniqlandi.

Element analizi. 4 soat davomida deatsetillangan xitozan namunasi CHN element analizatori yordamida tahlil qilindi. Bunda 5 mg namuna tortib olindi va 1150 °C gacha qizdirildi. Keyin olingan aralashma He yordamida gaz xromatografik kolonkaga yuborilganda hosil bo'lgan CO₂, H₂O va NO₂ larning cho'qqi maydonlari asosida C, H va N miqdorlari hisoblangan. Olingan C va N foiz miqdorlari asosida DDA 90 % ni tashkil etishi aniqlandi.

XULOSA

Mahalliy xomashyo hisoblangan *Apis mellifera* asosida olingan xitozan deatsetillanish darajasi potensiometrik titrlash, IQ spektroskopiya, element analizi usullari yordamida o'rganildi. Olingan natijalar tahlil qilinganda potensiometrik titrlash va IQ spektroskopiya usulida olingan natijalar deyarli bir xil ekanligi (86 va 85 %), element analizi usulida aniqlangan DDA=90 % ekanligi aniqlandi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Rinaudo, Characterization and Properties of Some Polysaccharides Used as Biomaterials. Macromolecular Symposia (2006), 245-246, 549-557.
2. Wu, T. Physicochemical Properties and Bioactivity of Fungal Chitin and Chitosan. T. Wu, S. Zivanovic, F. A. Draughon. Journal of Agricultural and Food Chemistry. (2005). 3888-3894.
3. Thillai Natarajan S, Kalyanasundaram N and Ravi S. Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from Achatinodes. Nat Prod Chem Res (2017), 5(6), 1-4. DOI: 10.4172/2329-6836.1000281.
4. Баташов Ye.C., Верещанин A.Л. Исследование сырьевой базы Алтайского края для получения хитозана. Ползуновский вестник. (2006). № 2-2. С. 19-23.
5. Sandford, P.A., Advances in chitin science. vol (5) Proceeding from the international conference of the European Chitin Society. Carbohydr. Polym., 2004. 56(1): 59-95.
6. Spranghers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Oryn, A., Deboosere, S., De Meulenaer, B., De Smet, S. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. Journal of the Science of Food and Agriculture, (2017). 97 (8), 2594–2600.
7. Szymańska, E., Winnicka, K. Stability of Chitosan—A Challenge for Pharmaceutical and Biomedical Applications. Mar. Drugs. (2015). 13:1819–1846.
8. Ma, J., Xin, C., & Tan, C. Preparation, physicochemical and pharmaceutical characterization of chitosan from *Catharus molossus* residue. International Journal of Biological Macromolecules. (2015). 80:547–556.
9. Torres-Castillo, J. A., Sinagawa-García, S. R., Lara-Villalon, M., Martínez-Avila, G. C. G., Mora-Olivo, A., & Reyes-Soria, F. A. Evaluation of biochemical components from *Pterophylla beltrani* (bolívar & bolívar) (Orthoptera: Tettigoniidae): A forest pest from northeastern Mexico. Southwestern Entomologist, (2015). 40(4):741–751.
10. Dimzon, K.D.I., Knepper, T.P. Degree of deacetylation of chitosan by infrared spectroscopy and partial least squares. International Journal of Biological Macromolecules. (2015). 72:939–945.
11. Zhanga Y., Zhanga X., Dinga, R., Zhanga, J. & Liub, J. Determination of the degree of deacetylation of chitosan by potentiometric titration preceded by enzymatic pretreatment. Carbohydrate Polymers. (2011). 83:813–817
12. Balbzs, N. & Sipos, P. Limitations of pH-potentiometric titration for the determination of the degree of deacetylation of chitosan. Carbohydrate Research. (2007). 342:124–130.
13. Abdulkarim, A., Isa, M.T., Abdulsalam, S., Muhammad, A.J., Ameh, A.O. Extraction and characterisation of chitin and chitosan from mussel Shell. Civil and Environmental Research. (2013). 3 (2):108–114.
14. M.R. Kasaai, J. Arul, G. Charlet. Intrinsic Viscosity–Molecular Weight Relationship for Chitosan. Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics. (2000). 38:2591–2598.

KIMYO

15. dos Santos, Z. M., Caroni, A. L. P. F., Pereira, M. R., da Silva, D. R., Fonseca, J. L. C. Determination of deacetylation degree of chitosan: a comparison between conductometric titration and CHN elemental analysis. *Carbohydrate Research*. (2009). 344:2591–2595.
16. P.R. Sivashankari, M. Prabakaran. Deacetylation modification techniques of chitin and chitosan. *Chitosan Based Biomaterials*. (2017). 1:117-133