Монгол зөгийн баланд суурилсан цайрын оксидын нанопартиклийн бактерийн эсрэг идэвхийг үнэлсэн дүн

Л.Анужин[1], Ц.Алтансүх[1]

[1]АШУҮИС, Био-Анагаахын сургууль, Молекул биологи-Удамзүйн тэнхим
Цахим шуудан: lhagwadorjanujin@gmail.com, Утас: 80971515

Түлхүүр үг:

Ногоон нийлэгжил
Цайрын оксид
Нанопратикль
Бактерийн эсрэг идэвх

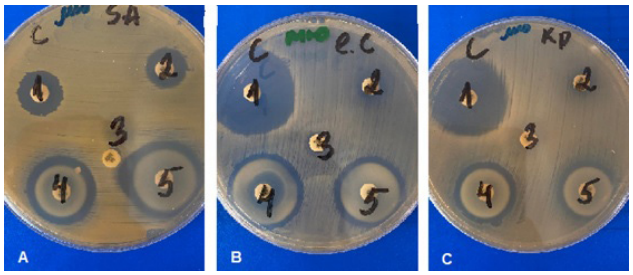
Товч утга: Дэлхий дээрх олон төрлийн өвчин үүсгэгчтэй тэмцэхийн тулд химийн аргыг өргөнөөр ашиглаж ирсэн боловч энэ нь хүрээлэн буй орчныг бохирдуулж, бичил биетний тэсвэртэй омог үүсгэж байна. Тиймээс био-нийцтэй, био-аюулгүй, экологид ээлтэй нанопартикль хөгжүүлэх нь нанотехнологийн чиглэлээр судалгаа шинжилгээ хийх цаг үеийн шаардлага болжээ.[1] Цайрын оксидын нанопартиклийг элит наноматериал гэж үздэг бөгөөд өргөн хэрэглээтэй. Цайрын оксидын нанопартиклийг ногоон нийлэгжлийн аргаар монгол зөгийн бал ашиглан гарган авах технологиор нийлэгжүүлэн, түүний бактерийн эсрэг идэвхийг үнэллээ. Гарган авсан нанопартикль нь *S.aureus*, *E.coli*, *K.pneumoniae*-ийн эсрэг 14-26 мм-ийн хооронд өсөлт дарангуйлах идэвх үзүүллээ. Мөн уг цайрын оксидын нанопартиклийн бактерийг үхүүлэх хамгийн бага тун 13 мг/мл байв. Бидний нийлэгжүүлсэн нанопартикль нь *S.aureus*, *E.coli*, *K.pneumoniae* бактерийн эсрэг идэвхтэй байна.

Үндэслэл: Нанотехнологи бол шинжлэх ухаан, технологийн хамгийн хурдацтай хөгжиж буй салбаруудын нэг юм.[2] Нанопартиклийн хэмжээ багасах тусам тэдгээрийн гадаргуугийн талбай нэмэгддэг. Энэ нь цахилгаан болон дулаан дамжилт нэмэгдэх, хайлах хэм буурах, биологийн идэвх зэрэг шинжийг бий болгох боломжийг нэмэгдүүлдэг. Байгалийн зөгийн бал нь сахар ус, фермент, витамин, эрдэс бодис, фенолт нэгдлүүд, пигментүүдээс бүрдэх 200 гаруй нэгдлийг агуулдаг.[3] Цайрын оксид нь хоргүй, био аюулгүй, био нийцтэй аюулгүй материал гэж хүлээн зөвшөөрөгдсөн байдаг.[4] Сүүлийн үед бактерийн эсрэг үйлчилгээтэй металл оксидын нанопартиклиуд судлагдсаар байна. Бактерийн эсрэг идэвх хамгийн өндөр органик бус метал нэгдлүүд бол мөнгө, алт, зэс, титан, цайрын оксид, тэдгээрт суурилан гаргаж авсан нанопартиклиуд юм.[5] Дэлхий дахинд олон эмэнд дасалтай эмгэгтөрөгчийн халдвар ихсэж байгаатай холбоотой бактерийн халдварын эсрэг мөн хорт хавдар, аутоиммун өвчнийг эмчлэх эм, генийг дамжуулагч бодис гарган авахаар туршин судалсаар байна.[6] Бид энэхүү судалгаагаар Монгол оронд ургадаг олон төрлийн цэцэгт ургамалын зөгийн балыг ашиглан цайрын оксидын нанопартикль гарган авахаар зорилоо.

Зорилго: Монгол зөгийн балыг ашиглан цайрын оксидын нанопартикль гарган авч, түүний бактерийн эсрэг идэвхийг үнэлэх

Арга, аргачлал: Энэхүү судалгааг туршилт судалгааны загвар ашиглан хийж гүйцэтгэлээ. Судалгаанд Монгол орны зөгийн бал, цайрын нитратын холимогоос ногоон нийлэгжүүлэх аргаар цайрын оксидын нанопартикль (ZnONP) гарган авав. Зөгийн балны гарал үүслийг тодорхойлох шинжилгээг Палинологийн лабораторид хийж гүйцэтгэв. Мөн зөгийн балны чанар аюулгүй байдлыг шинжилгээр баталгаажуулав. Гарган авсан цайрын оксидын нанопартиклийн бактерийн эсрэг идэвхийг *S.aureus* ATCC29213™, *E.coli* ATCC35218™ *K.pneumoniae* ATCC1706™ зэрэг бактерийн цэвэр өсгөвөрүүдийг ашиглаж, диск нэвчилтийн аргаар тодорхойлов. Сөрөг хяналтаар хоосон диск, эерэг хяналтаар ампициллин (10 мкг/диск)-ийг ашиглав. Шөлөнд шингэрүүлэх аргаар бактери үхүүлэх хамгийн бага тунг үнэллээ. Судалгааны ажлын үр дүнгийн боловсруулалтыг SPSS 25.0 программыг ашиглан тоон мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийв. $p<0.05$ үед ач холбогдол бүхий ялгаатай байна гэж дүгнэв.

Үр дүн: Бактерийн эсрэг идэвхийг үнэлэхэд Хэнтийн зөгийн балнаас гаргасан авсан ZnONP нь *S.aureus*–15 мм, *E.coli-14.6* мм, *K.pneumoniae*-15.6 мм, харин Сэлэнгийн зөгийн балны ZnONP нь *S.aureus*-26.3 мм, *E.coli-26.3* мм, *K.pneumoniae*-24.3 мм-ийн өсөлтийг дарангуйлсан бүс үүсгэсэн байна (Зураг 1).



Зураг 1. Зөгийн баланд суурилсан цайрын оксидын нанопартиклийн бактерийн эсрэг идэвх тодорхойлсон дүн.
1-Эерэг хяналт, 2-Зөгийн балны уусмал, 3-Сөрөг хяналт, 4-ZnO нанопартикль, 5-Цайрын нитратын уусмал

S.aureus, *K.pneumoniae* бактерийн өсөлтөнд Хэнтийн болон Сэлэнгийн сортын зөгийн балнаас нийлэгжүүлсэн цайрын оксидын нанопартикль нь илүү үхүүлэх үйлдэлтэй буюу зөгийн балны уусмалын бүлэгтэй харьцуулахад статистик ач холбогдол ($p<0.05$) бүхий ялгаатай байна. Харин ZnONP болон зөгийн балны уусмалын *E.coli*-ийг үхүүлэх идэвхийн хооронд ялгаа ажиглагдсангүй ($p<0.05$, Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Нийлэгжсэн цайрын оксидын нанопартиклийг зөгийн балны уусмалтай харьцуулсан дүн

		ZnO NP (мм)	Зөгийн бал (мм)	P утга
S.aureus	Хэнтий	15.0	20.3	*p=0.04**
	Сэлэнгэ	26.3	16.3	
E.coli	Хэнтий	14.6	10.3	*p=0.3*
	Сэлэнгэ	26.3	11.3	
K.pneumoniae	Хэнтий	15.6	27.3	*p=0.00001****
	Сэлэнгэ	24.3	0	

***Тайлбар:** * $p<0.05$, *** $p<0.0001$*
ZnO NPs- Гарган авсан цайрын оксидын нанопартикль

Хэнтийн болон Сэлэнгийн сортын зөгийн бал ашиглан гарган авсан ZnO NP-ийн бактерийн эсрэг идэвхийг харьцуулахад Сэлэнгийн зөгийн баланд суурилсан цайрын оксидын нанопартикль нь бактерийн эсрэг идэвх өндөр буюу статистик ач холбогдол ($p<0.05$) бүхий ялгаатай байна (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Нийлэгжсэн цайрын оксидын нанопартиклийг цайрын нитратын уусмалтай харьцуулсан дүн

		ZnO NPs (мм)	Цайрын нитрат (мм)	P утга
S.Aureus	Хэнтий	15.0	32	*p=0.04**
	Сэлэнгэ	26.3	24.3	
E.Coli	Хэнтий	14.6	23.3	*p=0.19*
	Сэлэнгэ	26.3	24.6	
K.Pneumoniae	Хэнтий	15.6	13.6	*p=0.83*
	Сэлэнгэ	24.3	23.6	

***Тайлбар:** * $p<0.05$*
ZnO NPs- Нийлэгжсэн цайрын оксидын нанопартикль

Хэнтийн зөгийн балд суурилсан нанопартиклийн *E.coli болон K.pneumoniae*-ийг үхүүлэх хамгийн бага тун нь 26 мг/мл, харин *S.aureus*-ийг үхүүлэх хамгийн бага тун нь 13 мг/мл тодорхойлогдлоо. Сэлэнгийн зөгийн балд суурилсан цайрын оксидын нанопартиклийн *E.coli, K.pneumoniae, S.aureus*-ийг үхүүлэх хамгийн бага тун нь 13 мг/мл байв.

Хэлцэмж: Судлаачид нанопартиклийг физик, хими, биологийн олон төрлийн аргаар нийлэгжүүлдэг. Гидротермаль, соль-гель синтез, лазер аблаци, литографи зэрэг физик, химийн янз бүрийн аргууд нь тусгай тоног төхөөрөмж, чадварлаг ажиллах хүч шаарддаг төдийгүй эрүүл мэндэд аюултай, хортой нөлөө үзүүлдэг. Харин ногоон нийлэгжлийн аргаар гаргаж авсан нанопартиклиуд нь өртөг багатай, хоргүй, байгальд задрах чадвартай байдаг нь давуу талтай юм.[7] Бид энэхүү судалгаагаар ногоон нийлэгжлийн аргаар цайрын оксидын нанопартикль гарган авлаа. *S.aureus, E.coli, K.pneumoniae* гурван төрлийн бактерит гарган авсан ZnO NPs -ийн бактерийн эсрэг идэвхийг үнэллээ. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд Хэнтийн зөгийн балд суурилсан ZnO NP нь *S.aureus*–15 мм, *E.coli*-14.6 мм, *K.pneumoniae*-15.6мм, Сэлэнгийн зөгийн балны ZnO NP *S.aureus*-26.3 мм, *E.coli*-26.3 мм, *K.Pneumoniae*-24.3 мм тус тус өсөлт дарангуйлсан бүсийг үүсгэжээ. Farzana R (2017) нарын судалгаагаар цайрын оксидын нанопартикль нь *E.coli*-13.2 мм, *K.pneumoniae* - 27.2 мм зэрэг өсөлт дарангуйлсан бүс үүсгэсэн нь бидний судалгааны үр дүнтэй ойролцоо байна.[8] Бусад судлаачдын үр дүнгээс харахад эх хандны төрлөөс шалтгаалан бактериудад цайрын оксидын нанопартиклиуд нь өөр өөр үр дүнг үзүүлдэг байна. Тухайлбал Saee Gharpure (2022) нарын судалгаанд ургамлын навчнаас нийлэгжүүлсэн ZnO NP нь *S.aureus*–ийн эсрэг илүү идэвхтэй байсан бол, үр болон үрийн бүрхүүл ашиглан нийлэгжүүлсэн ZnO NP нь *E.coli*-д илүү үхүүлэх идэвхийг үзүүлсэн байна.[9] Зөгийн бал ашиглан нийлэгжүүлсэн Shubha P (2017) нарын судлаачдын үр дүнгээс үзэхэд грам эерэг бактерит цайрын оксидын нанопартикль нь илүү идэвх үзүүлдэг нь ажиглагдсан байна.[10] Бидний судалгаандаа ашигласан хоёр сортын зөгийн балны ZnO NP-ийн бактери үхүүлэх хамгийн бага тун нь 13-26 мг/мл

тодорхойлогдлоо. Бактерийг үхүүлэх хамгийн бага тунг тодорхойлсон судлаачдын үр дүнгээс үзэхэд бактерийг үхүүлэх хамгийн бага тун харилцан адилгүй өөр байдаг. Farzana R (2017 он) нарын судалгаагаар цайрын оксидын нанопартиклийн грам сөрөг бактерийг үхүүлэх хамгийн бага тун нь 0.05 мг/мл тодорхойлогджээ. Цайрын оксидын нанопартиклийн бактери үхүүлэх хамгийн бага тун өөр өөр байгаа нь нанопартикль нийлэгжүүлэх нөхцөл болон эх ханд ялгаатай байгаатай холбоотой юм.

Дүгнэлт: Цайрын оксидын нанопартиклийг ногоон нийлэгжүүлэх аргаар монгол зөгийн баланд суурилсан цайрын оксидын нанопартикль амжилттай гарган авлаа. Гарган авсан зөгийн баланд суурилсан цайрын оксидын нанопартикль нь *S.Aureus*, *E.Coli*, *K. Pneumoniae бактерийн эсрэг идэвхтэй байна.*

Ном зүй:

1. *Heideman G, Noordermeer J, Baarle B. Various Ways to Reduce Zinc Oxide Levels in S-SBR Rubber Compounds. Macromolecular Symposia. 2006;245-246:657-667.*
2. *Dhandapani K, Anbumani D, Dhanesh Gandhi A, et al. Green route for the synthesis of zinc oxide nanoparticles from Melia azedarach leaf extract and evaluation of their antioxidant and antibacterial activities. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2020;24:101517.*
3. *Porcza LM, Simms C, Chopra M. Honey and Cancer: Current Status and Future Directions. Diseases. 2016;4(4):30.*
4. *Frederickson CJ, Koh JY, Bush AI. The neurobiology of zinc in health and disease. Nature reviews Neuroscience. 2005;6(6):449-462.*
5. *Husen A. Gold Nanoparticles from Plant System: Synthesis, Characterization and their Application. In: Vol 48.2017:455-479.*
6. *Rasha E, Monerah A, Manal A, Rehab A, Mohammed D, Doaa E. Biosynthesis of Zinc Oxide Nanoparticles from Acacia nilotica (L.) Extract to Overcome Carbapenem-Resistant Klebsiella Pneumoniae. Molecules. 2021;26(7):1919.*
7. *Iravani SJGC. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. 2011;13(10):2638-2650.*
8. *Farzana R* IP, Shafaq F, Sumaira S, Zakia K, Hunaiza T and Husna M. Antimicrobial Behavior of Zinc Oxide Nanoparticles and β-Lactam Antibiotics against Pathogenic Bacteria. 2017;8.*
9. *Gharpure S, Yadwade R, Ankamwar B. Non-antimicrobial and Non-anticancer Properties of ZnO Nanoparticles Biosynthesized Using Different Plant Parts of Bixa orellana. ACS Omega. 2022;7(2):1914-1933.*
10. *Shubha P NK, Jit Chatterjee, Mustak MS and Byrappa K*. Use of Honey in Stabilization of ZnO Nanoparticles Synthesized via Hydrothermal Route and Assessment of their Antibacterial Activity and Cytotoxicity. Global Journal of Nanomedicine. May 12, 2017;2(2).*

Study of antibacterial effect of Mongolian honey-based zinc oxide nanoparticle

Anujin L[1], Altansukh Ts[1]

[1]Department of Molecular biology and Genetic, MNUMS
E-mail: lhagwadorjanujin@gmail.com, Tel: 80971515

Background: Globally, bacterial infections are recognized as serious health issue. New bacterial mutation, antibiotic resistance and outbreaks of pathogenic strains etc. are increasing, and thus, development of more efficient antibacterial agents is demand of the time. Zinc oxide is known for its antibacterial properties from the time immemorial. Therefore, the development of bio-compatible, bio-safe and environmentally friendly nanoparticles is a matter of urgency for research in the field of nanotechnology.
Aim: Honey based zinc oxide nanoparticles were synthesized by green synthesis method.
Materials and Methods: Its antibacterial activity was evaluated by disc diffusion method.
Results: The obtained nanoparticle produced a clear inhibition effect on growth of *S.aureus*, *E.coli* and *K.neumoniae*. Also, minimal inhibition concentration of ZnONP against *S.aureus*, *E.coli* and *K.neumoniae* was equal to 13 mg/mL.
Conclusion: The result showed that our newly synthesized honey based zinc oxide nanoparticles are effective tool against *S.aureus*, *E.coli* and *K.neumoniae* related infections.

Keywords: Green synthesis, zinc oxide, nanoparticle, antibacterial activity