

# Цацрагаар Боловсруулан Супер Ус Шингээгч Гарган Авсан Судалгааны Эхний Дүн

О.Сүх<sup>1</sup>, Ц.Амартайван<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Монгол улсын их сургууль, Цөмийн физикийн судалгааны төв

<sup>2</sup>Монгол улсын их сургууль, Шинжлэх ухааны сургууль, Физикийн тэнхим

Энэ ажлаар бид байгалийн полимерийг цөмийн цацрагаар шаран үйлчлэн хөдөө аж ахуй, тэр тусмаа ургамал ногоонд чухал хэрэгцээтэй бүтээгдэхүүн болох супер ус-шингээгч (super water absorbent-SWA) полимерийг гарган авах зорилго тавьсан. Супер ус шингээгчийг дэлхийн жишигт гарган авч буй карбоксиметил целлюлоз (carboxymethylcellulose-СМС) болон Натрийн акриллик хүчлийн (Sodium acrylic acid-NaAAc) гэсэн хоёр аргаар туршин үзэв. Туршилтын үр дүн буудайн сүрэл, боловсруулалтын үеийн дайвар бүтээгдэхүүн болох няцалбарын хувьд карбоксиметил целлюлоз ашиглан супер ус шингээгч гарган авах илүү боломжтойг харууллаа.

PACS numbers: 82.50 –m

Түлхүүр үг: цацрагийн хими, цацрагийн боловсруулалт, супер ус шингээгч.

## I. ОРШИЛ

Цөмийн цацрагаар материалын бүтэц, шинж чанар, химийн холбоосыг өөрчлөх нь химийн боловсруулалтын аргатай харьцуулахад бага температурт явуулж болох, хэрэглэгдсэн урвалж бодисын хаягдал бага, илүү үр дүнтэй байдаг. Цацрагаар бүтэц, шинж чанарыг нь сайжруулсан бараа бүтээгдэхүүнүүд нь бидний өдөр тутмын амьдралд ихээхэн тохиромжтой байдаг. Жишээ нь: хөөс, хөөсөнцөр, хөөсөн бүтээгдэхүүнүүд мөн автомашины дугуй зэргийн чанарыг сайжруулахын тулд цацрагаар шардаг. Ингэснээр материалын бат бөх чанар, уян харимхай байдал зэрэг шинж чанарыг хүссэнээрээ өөрчлөх боломжийг бий болгож байна.

Супер ус-шингээгч гэдэг нь өөрийнхөө жингээс хэдэн зуу дахин их хэмжээний усыг шингээх чадвартай усанд уусдаггүй гель агуулсан полимер материал юм. Уг гелийг ихэвчлэн ус амархан шингээдэг мономерүүдийг цацрагаар шарах эсвэл химийн аргаар хөндлөн-холбоос үүсгэн полимержүүлэх замаар гарган авдаг [1]. Уг бүтээгдэхүүн нь хүүхдийн живх, ариун цэврийн хэрэглэл, хүнд хортой элемент шингээгч, усны хамгаалалт, шүүлтүүр, хөдөө аж ахуйн бордоо (хөрсний чийг тэнцвэржүүлэгч) гэх мэт маш өргөн хэрэглээний бүтээгдэхүүнүүдийн түүхий эд болдог. Мөн халуун бүсэд оршдог Азийн олонх орнуудад хуурай улирлын үед ургацаа нэмэгдүүлэхийн тулд супер ус шингээгчийг ашигладаг [2, 3].

Бороо хур багатай, богино хугацаанд ургац тарьж ургуулдаг Монгол орны хувьд хөдөө аж ахуй, тэр тусмаа ургамал ногоонд чухал

хэрэгцээтэй бүтээгдэхүүн болох хөрсний чийг тэнцвэржүүлэгч (супер ус-шингээгч) хэрэглэх нь ургацын болцын хугацааг богиносгох, улмаар ургацын хэмжээг нэмэгдүүлэхэд тохиромжтой. Бид энэ ажлаараа байгалийн полимер агуулсан буудайн сүрэл болон хальсыг ашиглан супер ус шингээгч гарган авах боломжийг судаллаа. Буудайн сүрэл, гурил боловсруулах үеийн дайвар бүтээгдэхүүн (няцалбар) нь байгаль дээр өргөн тархалттай, олдоц ихтэй, үнэ хямд, био-задралд ордог, ус сайн шингээдэг байгалийн полимер боловч шингээсэн усаа хурдан алддаг талтай. Уг шинж чанарыг нь ашиглан эдгээр байгалийн полимерүүдийг өөр төрлийн ус сайн шингээдэг, байгальд хоргүй, био-задралд ордог полимерүүдтэй хольж туршиж, шинж чанарыг нь судаллаа.

## II. ТУРШИЛТЫН ХЭСЭГ

### Цацрагийн үүсгүүр

Энэхүү судалгааны ажилд Япон улсын Такасаки хотод байрлах Квант, Цацрагийн Шинжлэх Ухаан Технологийн Үндэсний Институтийн гамма цацрагийн байгууламж дахь кобальт-60 үүсгүүр болон электрон хурдасгуурыг ашигласан.

Гамма цацрагийн хувьд Со-60 изотопон үүсгүүртэй, цагт 10 кГр тунгаар шарах чадалтай. Харин электроны хурдасгуур нь өндөр хүчин чадалтай ба электроны энерги нь 2 МэВ, хоолойн гүйдэл нь 2mA. Үүсгүүрээс дээж хүртэлх зай 20 см бөгөөд тунгийн чадал нь 10 кГр/мин.

\* Electronic address: amartaiivan@num.edu.mn

**Дээж бэлтгэл**

40%-ийн натрийн шүлтийг (NaOH) адил эзэлхүүнтэй, 50%-ийн акрилийн хүчил рүү удаан дусаан дууссаны дараа 45 минут хутгаж натрийн акриллийн хүчлийг (NaAAc) бэлтгэнэ. Энэ нь хөөсөрсөн цагаан өнгөтэй болно. Сүрэл, няцалбарын дээжийг 20% агуулгатай байхаар, бэлтгэсэн NaAAc хүчилтэй холин пластик уутанд савлан шаралтанд бэлтгэв [4].

СМС ашиглан дээжийг, нэг дээжний цэвэр жин 100 г (100 грамм = 100%) байхаар тооцон тус бүр 20%-ийн цэвэр СМС дээр сүрлийг 3, 5, 9% байхаар нэмж үлдсэн хувийг нь нэрмэл цэвэр усаар дүүргэн нэгэн төрөл болтол нь хольж бэлтгэсэн. Холих үед THINKY брэндийн ARE-310 загварын холигч машиныг ашигласан ба 2000 эрг/мин хурдтайгаар 30 минут холив. Бэлдсэн дээжүүдийг шарахад зориулан вакуумжуулан савлав.

**Шарсан тун**

Үр дүн цацрагийн төрөл, тунгаас хэрхэн хамаарахыг судлах зорилгоор 10; 20; 30; 40кГр гэсэн ялгаатай тунгаар гамма болон электрон багцаар шарлаа.

**Гелийн эзлэх хувь, ус шингээх чадварыг тодорхойлох арга**

Шарсан дээжийг вакуум хатаагчинд 40°C температурт 24 цаг хатаав. Шаралтын үед үүссэн химийн холбоос нь 40°C-аас өндөр температурт задрах магадлалтай. Тодорхой масстай хатаасан дээжийг 48 цагийн турш нэрмэл цэвэр усанд байлган массыг хэмжин ус шингээх чадварыг нь дараах томъёогоор тодорхойлно [1]:

$$Ус\ шингээх\ чадвар = (w_s - w_i) / w_i \quad (1)$$

Үүнд:  $w_i$ -хатаасан дээжийн масс,  $w_s$  – ус шингээгээд ханасан дээжийн масс.

Ус шингээн ханасан дээжийг 40°C температурт 72 цаг дахин хатаан гелийн эзлэх хувийг хэмжинэ. Гелийн эзлэх хувийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$Гелийн\ эзлэх\ хувь\ (%) = (w_d / w_i) \times 100 \quad (2)$$

Үүнд:  $w_d$  – гелийн усанд уусдаггүй хэсгийн масс.

Гелийн эзлэх хувь нь шарагдсан дээжинд хөндлөн-холбоос үүссэн хэмжээг илэрхийлнэ. Үүнийг тодорхойлсноор тухайн гелийн байгаль дахь насжилт, тогтвортой байдал зэргийг мэдэх боломжтой.

**Ш. ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ**

**Гелийн эзлэх хувь**

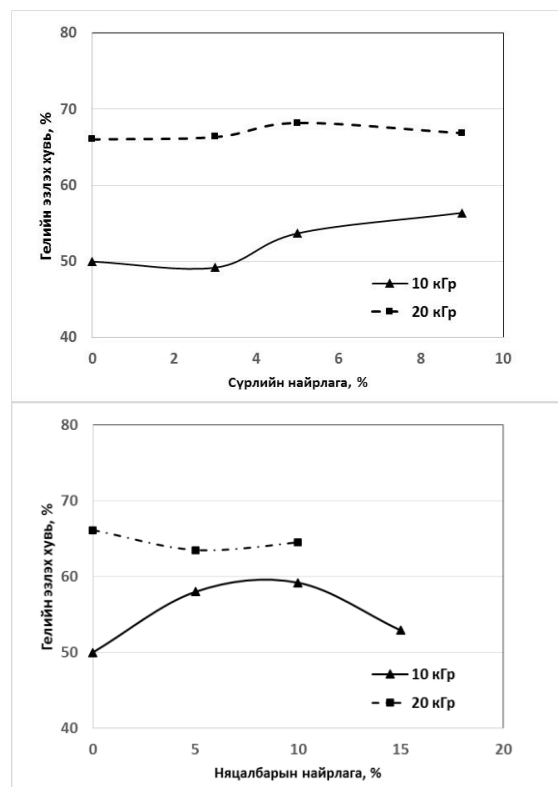
NaAAc аргаар бэлтгэсэн дээжийг 10, 20, 30, 40кГр тунгаар шарж гелийн эзлэх хувь, ус шингээх чадварыг тодорхойлсон үр дүнг Хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 1. NaAAc аргаар боловсруулсан дээжийн гелийн эзлэх хувь, ус шингээх чадвар

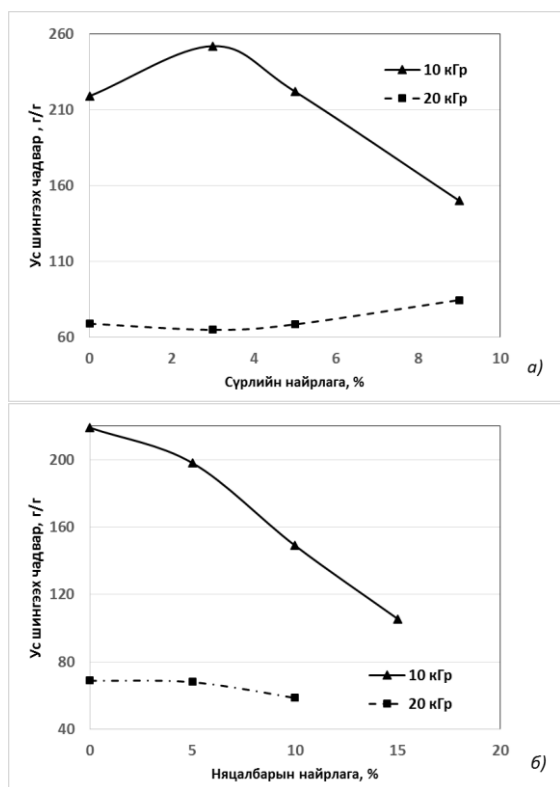
дээж	Шарсан тун (кГр)	Гелийн эзлэх хувь (100%)	Ус шингээх чадвар
Сүрэл	10	35	1.8
	20	32	2.1
	30	55	0.8
	40	52	0.9
няцалбар	10	90	0.1
	20	97	0.02
	30	93	0.07
	40	99	0.005

Гелийн эзлэх хувь нь цацрагийн тунтай шууд хамааралтайгаар нэмэгдэж байгаа ч ус шингээх чадвар буурч байна. Мөн ус шингээх чадвар энэ судалгааны зорилтыг хангахгүй байна.

СМС-тэй хольж шарсан дээжийн гелийн эзлэх хувийг 10 кГр, 20 кГр тунгийн хувьд Зураг 1а, б-д, ус шингээх чадварыг Зураг 2а, б-д тус тус үзүүлэв.



Зураг 1. 20% СМС-тэй хольж шарсан, а) сүрэл, б) няцалбар агуулсан дээжинд гелийн эзлэх хувь найрлагаас хамаарсан байдал



Зураг 2. 20% СМС-тэй хольж шарсан, а) сүрэл, б) няцалбар агуулсан дээжинд ус шингээх чадвар найрлагаас хамаарсан байдал

Сүрэл агуулсан дээжийн хувьд гелийн эзлэх хувь шарах тунг 20 кГр болгоход ойролцоогоор 20% нэмэгдэж байна. 10 кГр тунгаар шарсан тохиолдолд сүрлийн агуулга өсөхөд гелийн эзлэх хувь өсөх хандлагатай бол 20 кГр тунгаар шарсан тохиолдолд сүрлийн найрлага 5% байхад ялимгүй өссөнийг эс тооцвол өөрчлөлт бага байна.

Няцалбар агуулсан дээжийн хувьд гелийн эзлэх хувь сүрэл агуулсан дээжийнхтэй адил 20 кГр тунгаар шарсан тохиолдолд өсөж байна. Няцалбарыг 15%-аар холих боломжгүй байсан тул хэмжилт хийгдээгүй. Дээжийг 10 кГр тунгаар шарсан тохиолдолд няцалбарын найрлага 5-10%-ийн хооронд хамгийн их байна. Сүрэл агуулсан дээжийн хувьд ус шингээх чадвар шарсан тун өсөхөд өсөж байна. Дээжийг 20 кГр тунгаар шарсан тохиолдолд ус шингээх чадвар нь сүрлийн 3% байхад хамгийн их байна. Харин 10 кГр тунгаар шарсан тохиолдолд сүрлийн агуулга нэмэгдэхэд өсөх хандлага ажиглагдаж байна.

Няцалбар агуулсан дээжийг 20 кГр тунгаар шарахад ус шингээх чадвар няцалбарын найрлагаас хамааран буурч байна.

#### IV. ДҮГНЭЛТ

Бид энэ ажлаараа супер ус-шингээгч гелийг хоёр аргаар боловсруулан гарган авах аргыг туршиж үзлээ.

Натрийн акриллик хүчлийг хэрэглэн боловсруулах аргын хувьд бидний сонгон авсан сүрэл, няцалбар тохирохгүй бөгөөд шарсан дээжинд гелийн эзлэх хувь, ус шингээх чадвар хангалттай байсангүй. Үүнээс гадна энэ аргад хүчтэй хүчил, шүлт хэрэглэж байгаа нь цаашид үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх технологи болгон хөгжүүлэхэд байгаль орчинд хортой, тохиромжгүй гэж үзлээ.

Боловсруулсан дээжин дэх гелийн эзлэх хувь нь ойролцоогоор 60%-оос бага байвал хэт усанд уусдаг, амархан бутарч үйрдэг, мөн гелийн эзлэх хувь өсөхийн хэрээр ус шингээх чадвар буурдаг тул бидний туршлагын үр дүнгээс харахад харьцангуй сайн шинж чанар бүхий бүтээгдэхүүн гарган авахын тулд шарах тун 10-аас 20 кГр орчим байх нь тохиромжтой байна.

#### ТАЛАРХАЛ

Энэ ажил Монгол улсын Шинжлэх ухаан технологийн сангийн SST\_024/2015 дугаартай төсөл болон Цөмийн Энергийн Комиссийн Ажлын Албатай байгуулсан 2016 оны гэрээний санхүүжилтийн хүрээнд хийгдсэн болно.

#### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. FNCA guideline on Development of Hydrogel and Oligosaccharides by Radiation Processing, Dec. 2011.
2. Kasinee Hemvichian, Auraruk Chanthawong, Phiriyatorn Suwanmala, Radiation Physics and Chemistry, 103(2014) 167-171.
3. Kamaruddin Bin Khashim, Progress Report on Super Water Absorbance of Sago Waste (SWASw), presentation, FNCA coordinators meeting, 2013, Kazakhstan.
4. Nguen Trong Hoanh Phong et al., Preparation of super water absorption materials by radiation grafting of sodium acrylate onto coir dust for agriculture use, VINATOM-AR-12-39, Annual report for 2012, VINATOM, 295-300.