

Шаталтын Механизм ба Утаагүй Зуух

С.Дамдинсүрэн^{1,*}, Н.Баатарбилэг²

¹МУИС-ийн ШУС-ийн БУС-ийн биологийн тэнхим, экологийн биофизикийн лаборатори

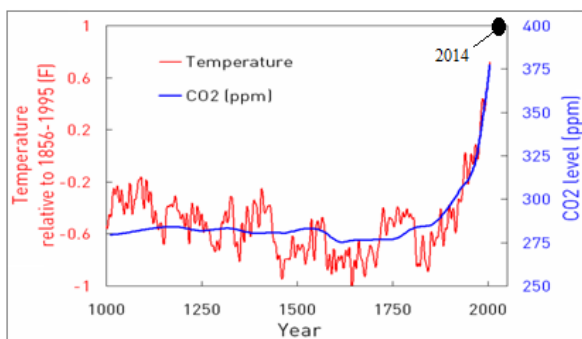
²МУИС-ийн ХШУИС-ийн Байгаль орчин, ойн инженерийн тэнхим

Агаар дахь нүүрстөрөгчийн давхар ислийн концентраци хэдэн мянган жил тогтмол 280 ppm орчим байснаа аж үйлдвэр хөгжиж эхэлснээс хойш ихэссээр 2014 онд 400 ppm-ийн шугамыг огтолсон байна. Энэхүү ихсэлт хүний үйл ажиллагаатай холбоотой тул түүнийг зохицуулж болох учиртай. Бид энэ өгүүлэлдээ шаталтын механизм ба ойн хаягдал биомассын ялзралаас болж ялгарах нүүрстөрөгчийн давхар ислийн хэмжээг 2 дахин бууруулах бионүүрсний утаагүй зуухны хийц ба ажиллагааг танилцуулна.

Түлхүүр үг: Түлш, биомасс, уугих, утаа, асах, дөл, унтрах, цог, нүүрс, утаагүй зуух.

УДИРТГАЛ

Агаар дахь нүүрстөрөгчийн давхар исэл хэдэн мянган жилийн турш дундажаар 280 ppm байснаа үйлдвэрлэл хөгжиж эхэлсэн 1750-иад оноос эрс ихсэж 2014 онд 400 ppm-ийн босгыг алхсан байна. Үүний гол шалтгаан нь түлш их хэмжээгээр шатаасантай холбоотой гэж үздэг. Нүүрстөрөгчийн давхар ислийг дагаад агаарын температур нэмэгдэж байгаа (Зураг 1).



Зураг 1. Агаар дахь нүүрстөрөгчийн давхар исэл ба агаарын температур зэрэг ихсэж байгаа байдал.

Дэлхийн дулаарлын шалтгаан болсон CO₂-ын ихсэлтийг сааруулахын тулд тэртэй тэргүй дуусах гэж байгаа түлшийг шатаахын оронд өөр энергийн эх үүсгэвэрийг хайж байна. Энэ бол яахын аргагүй шийдвэрлэх асуудал мөн боловч амьд биеийн гаралтай байгалийн хаягдал, дагавар бүтээгдэхүүнүүд (биомасс) хөрсний бактериудын амьсгалаар хүчилтөрөгчөөр бүрэн исэлдэж CO₂ болон агаарт гарахаас нь өмнө хүчилтөрөгчгүй орчинд халааж дутуу шатаагаад (нэрээд) хөрсөнд удаан хугацаагаар хадгалагдах нүүрстөрөгчийн хэлбэрт (бионүүрс) шилжүүлэх арга дэлгэрээд байна [1]. Бионүүрс хөндий нүх сүв ихтэй тул хөрсний усыг шингээж хадгалдаг,

бичил биетэн амьдрах сайхан оромж болдог бас эрдэс давстай [2] учраас тарьцны өсөлтөнд сайнаар нөлөөлдөг [3].

Бид түлш шатах механизм ба ойн хаягдал биомассаас бионүүрс гарган авах утаагүй зуухны хийцийг танилцуулах зорилгоор энэ өгүүлэлийг бичлээ.

ТҮЛШ ШАТАХ МЕХАНИЗМ

Аливаа үзэгдлийн, ялангуяа шатах мэтийн физик-химийн урвалын механизм гэдэг нь түүний үе шатуудыг хэлдэг. Тэгэхлээр түлш шатах механизмийг дараах байдлаар томъёолж болно: Уугих → асах → цогших → унтрах.

Уугих үе: Түлш эсвэл биомассыг халаах шат. Энэ үе шат барагцаагаар 150°C-ээс эхлээд 350°C хүртэл температурт явагддаг ба бүтээгдэхүүн нь утаа юм (Зураг 2b). Утаа нь дортог (soot), давирхай (tar) ба тос (oil) зэрэг голдуу нүүрс-устөрөгчөөс тогтсон хатуу жижиг хэсгүүд, усны уур, дэгдэмхий органик бодисууд, угаарын зэрэг хийнүүд агуулдаг бөгөөд тэдгээр нь дангаараа нүдэнд үзэгдэхгүй боловч бүгд нийлээд “утаа” гэгдэх хөх өнгөтэй зүйл болон харагдана. Тэгэхээр утаа гэдэг маань түлшийг халаахад ууршиж байгаа дэгдэмхий, хортой хоргүй органик бодисууд ба хийнүүд юм.

Асах үе: Түлш буюу биомассын температур ойролцоогоор 350°C-ээс дээш гарах үед шатдаг хий ялгарч утаа тэр чигээрээ бүрэн шатаж (хүчилтөрөгчөөр бүрэн исэлдэж) усны уур ба нүүрстөрөгчийн давхар исэл үүсгэх тул утаа үл үүснэ. Асалтын эцсийн бүтээгдэхүүн нь усны уур ба нүүрстөрөгчийн давхар исэл юм. Асаж байгаа шатдаг хий ба утааг бид гал гэж нэрлэдэг.

* Electronic address: damdinsuren@num.edu.mn

Түлш асах үед их хэмжээний дулаан ялгарч, дөлний температур 1000°C -ээс дээш гарна. Жишээ нь, лааны дөлний температур 1170°C хүрэх бөгөөд харгалзах цацаргалтын хамгийн их эрчимд харгалзах долгионы урт 2070 нм байх боловч цацаргалтын богино долгионы урттай хэсэг үзэгдэх гэрлийн улаан мужид ортол үргэлжилдэг тул лааны дөл бидний нүдэнд улаан (hot red) харагдаж байгаа юм [Hyper physics: Heat radiation].

Цогших үе: Түлшнээс шатдаг хий ба дэгдэмхий органик бодисууд ялгарч дуусахад дөл унтарч түлш цог болон үлдэнэ. Цог нь халуун нүүрс (charcoal) бөгөөд цэвэр нүүрстөрөгч ба минералаас тогтоно. Цогны температур үзэгдэх гэрэл цацрахад хүрэлцэхүйц өндөр байна. Цогийг битүүлж агаараас бүрэн тусгаарлах эсвэл ус хийж хүчилтөрөгчөөр исэлдэхээс нь өмнө хөргөвөл цог буюу халуун нүүрс үнс бололгүй нүүрс чигээрээ үлдэнэ. Модны хөргөсөн цогийг модны нүүрс, хүрэн нүүрсний хөргөсөн цогийг кокс эсвэл коксжуулсан нүүрс, биомассын хөргөсөн цогийг бионүүрс гэж нэрэлдэг.

Унтрах үе: Хэрэв цог буюу халуун нүүрс зуухандаа удвал агаарын хүчилтөрөгчөөр бүрэн исэлдэж усны уур, нүүрстөрөгчийн давхар исэл ба үнс үүссэнээр гал унтрана. Үнсэнд түлшинд байсан үл шатах эрдэс давс үлдэх ба ургамал түүгээр хоололдог тул ургамлын бордоо болно.



Зураг 2. Модны үртэс (a) шатах механизм: (b) уугих, (c) асах, (d) бионүүрс үүсэх үе шат.

БИОНҮҮРСНИЙ ЗУУХ

Бид ажиллах зарчмын хувьд ялгаатай хэд хэдэн янзын бионүүрсний зуух хийж туршиж үзсэн. Ер нь бионүүрс гэдэг нь “хуурай биомассыг хүчилтөрөгчгүй орчинд 350°C -ээс дээш

температурт халааж, шатдаг хий болон дэгдэмхий органик бодисыг нь ууршуулсны дараа үлдсэн зүйл” юм. Тийм учраас бионүүрс гарган авахыг англиар “dry distillation” буюу монголоор “хуурай нэрэх” ч гэж хэлдэг тал бий. Бионүүрс гарган авах энэхүү зарчмын тодорхойлолттой нийцсэн, биомасс халахад ялгарах шатдаг хий асахад үүсэх дулаанаар өөрөө бионүүрс болон хувирдаг давуу талтай давхар торхтой бионүүрсний зуухыг 2011 онд хийж, туршиж үзсэн (Зураг 3): (a) Дотор талын торхонд биомассыг нягтруулан хийж таглаад том торхонд доош нь харуулан тавиад гаднаас нь халаахад бэлдсэн байдал. (b) Хоёр торхны хоорондох хуурай мөчрийг асаагаад том торхыг яндантай тагаар тагласан байдал. (c) Хоёр торхны хоорондох хуурай мөчир астал утаа гарах боловч ассаны дараа утаа гарахаа больж жижиг торхон доторх биомассаас шатдаг хий ба утаа гарах боловч тэр нь хоёр торхны хооронд асах ба ялгарах дулаанаар нь жижиг торхон доторх биомасс бүрэн цогшиж бионүүрс болон хувирна.



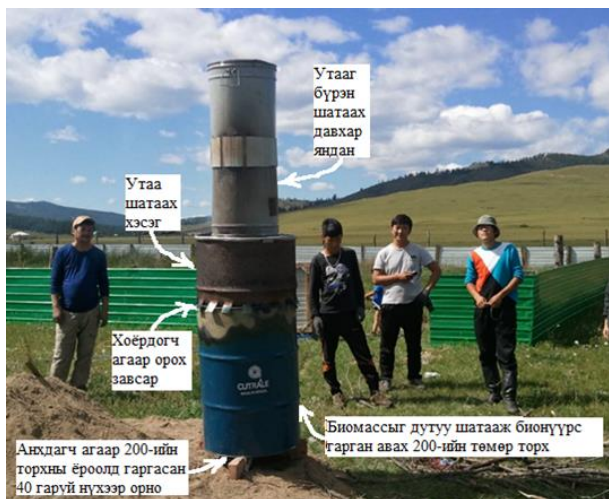
Зураг 3. Давхар торхтой бионүүрсний зуух.

(d) Үүссэн бионүүрс буюу халуун цогны температур 605°C байх ба түүнийг битүү хонуулж хөргөсөн аргалын бионүүрс (e). Модны

үртэсний бионүүрс эрдэс бордоо багатай аргалын бионүүрс эрдэс ихтэй байсан [3].

Хоёр торхтой бионүүрсний зуух бионүүрс гарган авах зарчимтай нийцэх боловч хуурай нэрэлтийг (pyrolysis) эхлүүлэхийн тулд илүү биомасс шатаадаг, шатаахад нь эхний үед утаа гардаг хоёр дутагдалтай байсан.

Бид энэ хоёр дутагдлаас ангид бионүүрсний утаагүй зуухыг 2016 онд ой цэвэрлэхэд гарсан биомассаас бионүүрс гарган авч мод тарих хөрсний чанарыг сайжруулах, нүүрстөрөгчийн давхар ислийн ялгаралтыг бууруулах зорилгоор хийж, Төв аймгийн Мөнгөнморьт сумын Байгаль хамгаалах албатай хамтран туршиж, туршилт амжилттай болсон юм (Зураг 4). Хуурай биомассыг ёроолдоо нүхтэй 200-ийн торхонд нягт өрөөд 3 тоосгоор ёроолыг нь газраас хөндийрүүлэн тавьж, амсар дээр нь гал авалцуулаад дээрээс нь утаа шатаах хэсэг ба янданг тавьсан байгаа. 200-ийн торхонд байгаа биомасс (ойгоос түүж ирсэн хуурай мөчир) дээрээсээ асаж байгаа. Асаж байгаа хэсгийн дор уугиж байгаа хэсгээс гарсан утаа бүрэн шатаж байгаа тул яндангаар утаа огт гарахгүй байна. Хэсэг хугацааны дараа асаж байгаа хэсэг цог болж, дор нь уугиж байсан хэсэг асах замаар нэг цагийн дотор торхонд байсан бүх биомасс бионүүрс болон хувирна.



Зураг 4. Ой цэвэрлэхэд гарсан биомассаас бионүүрс гарган авах утаагүй зуухыг ажиллуулж байгаа байдал.

Торхны аль хэсэгт биомасс асаж байгаа ба уугиж байгаа хэсгүүдийн зааг байгааг торхны гаднах температурыг зайнаас IR (infrared) термотетрээр хэмжиж мэднэ. Торхон доторх биомасс асаж байгаа хэсгийн тоорхны гаднах температур 400-

550°C, ууриж байгаа хэсгийнх 100-180°C орчим байдаг. IR термометр байхгүй бол торхонд байгаа бүх биомасс бионүүрс болж байгааг дөлний багасалт, яндангаар гарах үл мэдэг утаагаар мэдэж болно. Ингээд, торхон доторх бүх биомасс бионүүрс болж дуусмагц зуухыг усаар шүршиж хөргөөд яндан ба утаа шатаах хэсгийг (гүхээ) авч, торхон доторх бионүүрсийг усаар шүршиж хөргөөд торхны ёроолд ивсэн тоосгыг авч ёроолыг нь шороогоор манаад сайтар таглаж хонуулна. Ингэж битүүлэхгүй бол халуун цог агаарын хүчилтөрөгчөөр исэлдэн үнс болно. Маргааш нь торхыг онгойлогож үзвэл барагцаараар торхны дундуураар нэг бионүүрс байх болно (Зураг 5).



Зураг 5. Нэг 200-ийн торх хуурай мөчрөөс ойролцоогоор хагас торх бионүүрс гарсан.

Гарган авсан бионүүрсийг нунтаглаад хөрсөнд хийхэд чанар нь сайжирч ус хадгалах чадвар нь нэмэгдэхээс гадна хөрсөнд мянган жилээр ч задрахгүй хэвээр хадгалагддаг [2]. Тэгэхээр, биомассын 50% нь бионүүрс болно гэдэг чинь биомасс ялзарснаас болж ялгарах байсан нүүрстөрөгчийн давхар ислийн хэмжээ 50%-иар буурна гэсэн үг.

ТАЛАРХАЛ

Бидний хийсэн бионүүрс гарган авах утаагүй зуухыг хамтран туршиж, ойн аж ахуйг зохистой эрхлэх үйлсэд хэрэглэж байгаа Төв аймгийн Мөнгөнморьт сумын ойн инженер С.Бямбацэрэн болон түүний хамт олонд гүн талархлаа илэрхийлэе.

ИШЛЭЛ

- [1] Damdinsuren S., Muncktsetseg S., Buyankhishig D., Batzaya P., Munckgerel N., and Baatarbileg N. (2011). Biochar kiln. The AFOB-regional symposium on the “Natural resources biotechnology”, p. 87.
- [2] Damdinsuren S., Baatarbileg N. (2011). Structure and properties of biochar. Nanotechnology Symposium 2011, pp. 11-13.
- [3] Munhtsetseg S, Damdinsuren S., Baatarbileg N. (2014). Some results of research on the effect of biochar on the development of pine and larch seedlings. Agricultural Engineering and Technology. Number 1, Feb. 2014., pp. 32-33 (in Mongolian)

Combustion Mechanism and Smokeless Stove

Damdinsuren Sodov^{1,*}, Baatarbileg Nachin²

¹Laboratory of Ecological Biophysics, Department of Biology, Division of Natural Sciences, School of Science and Arts, National University of Mongolia

²Department of Environment and Forest Engineering, School of Applied Science and Chemical Engineering, National University of Mongolia

Abstract

Concentration of carbon dioxide in the atmosphere was about 280 ppm during the thousands of years. But, it began to increase after industrialization and came over 400 ppm level in 2014. The increase of carbon dioxide in the air can be controlled, because it depends on the human activities. We introduced in this paper the mechanism of biomass combustion and smokeless stove for making the biochar, which can decrease 2 times the carbon dioxide emission by oxidation of waste biomass in forest.