

Сайжруулсан түлшний шаталтаас дотоод орчинд ялгарах хийн бохирдуулагчдын концентрацийг тодорхойлсон дүн

Оюун-Эрдэнэ О.^{1,3,5}, Чинзориг Б.¹, Бархасрагчаа Б.², Түмэндэлгэр Д.²,
Солонго Ч.³, Ану Б.⁴, Бурмаажав Б.⁵, Сувд Б.^{1,3}

¹Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв

²ЦУОШГ-ын байгаль орчин хэмжил зүйн төв лаборатори

³Монголын талбарын тархвар судлалын төгсгөгчдийн холбоо

⁴Нью-Йоркийн Их Сургууль, ⁵"Ач" Анагаах ухааны их сургууль

E-mail: oyunerdene.otgonbyamba@gmail.com

Abstract

Determination of concentrations of indoor air pollutants emitted from briquette combustion

Oyun-Erdene O.^{1,3,5}, Chinzorig B.¹, Barkhasragchaa B.², Tumendelger D.²,
Solongo Ch.³, Anu B.⁴, Burmaajav B.⁵, Suvd B.^{1,3}

¹National Center for public health

²Central Laboratory of Environmental Metrology of National agency meteorology and the environmental monitoring, ³Mongolian Field epidemiology training program Alumni Association

⁴New York University, ⁵"Ach" Medical University

E-mail: oyunerdene.otgonbyamba@gmail.com

Introduction

This field assessment was performed to ensure the effective implementation of Order No. A/142 of the Deputy Prime Minister of Mongolia dated 30th December 2021 and Order No. A/01 of the Head of the National Committee for Reducing Environmental Pollution dated 3rd January 2022 and to monitor the level of indoor air pollutants emitted from traditional stoves and standard stoves.

Purpose

To determine the level of indoor air pollutants emitted from briquette combustion and to develop recommendations by comparing various types of stoves and dwellings.

Materials and Methods

Through analytical cross-sectional designs, three households from Songinokhairkhan district and one household from Chingeltei district were selected to participate in this assessment as they use briquettes for heating, vary in their dwelling types (ger (traditional Mongolian tent), house) and their stove types (traditional, standard), stay home during the day and chose to participate in the assessment. 24-hour continuous measurements were conducted for each dwelling and before taking measurements, we calibrated and adjusted the air suction velocity of the measuring instrument at the Central Metrology Laboratory. The monitor was placed at a distance of 0.5m from the stove and a height of 0.5-1.0m from the floor. The results were then compared with the Mongolian National Standard "General air quality and technical requirements MNS4585:2016" and WHO Guidelines for Indoor Air Quality 2021. Statistical analysis was performed using SPSS 24.0 software, mean, ANOVA test, and if the p-value is less than 0.05, our results are statistically significant.

Results

The concentration level of SO₂ in houses with “Dul” stoves was within the level specified in the Mongolian standard MNS4585: 2016 and WHO Guidelines for Indoor Air Quality 2021, while 24-hour SO₂ concentration in gers and houses with traditional stoves was 1.3-2.92 times higher than the standards. The 24-hour average concentration of nitrogen dioxide in houses with traditional stoves was 1.73 times higher than the Mongolian air quality standard MNS4585: 2016. There were statistically significant differences in the emission levels of SO₂ and NO₂ depending on dwelling and stove types (df=4, f=4.04, p=0.008 and df=4, f=17.17, p=0.001, respectively.). The 8-hour average (10,000 µg/m³) CO concentration was statistically significant for various types of dwellings and stoves (df=4, f=45.17, p=0.001), whereas there was a statistically significant difference in CO concentrations in gers with traditional stoves and gers with standard stoves in terms of morning, afternoon, and evening hours (df=3, f=33.17, p=0.001).

Conclusion. Indoor air pollutants in the households except for houses with “Dul” stoves have been determined to exceed the air quality standards set by the Mongolian air quality standards and WHO Guidelines for Indoor Air Quality 2021.

Keywords: Briquette, Carbon monoxide, indoor air pollutants, Nitrogen dioxide, Sulfur dioxide

Pp. 53-61, Tables 2, Figures 3, Images 2, References 18

Удиртгал

Агаарын бохирдолтой холбоотой дэлхийн хүн амын өвчлөл, нас баралтын дарамт асар их бөгөөд жил тутам олон сая хүн агаарын бохирдлоос болж амь нас, эрүүл мэндээрээ хохирсоор байна. Агаарын бохирдлыг хэмжих, өртөлтийг үнэлэх аргагүй боловсронгуй болж, агаарын бохирдлын эрүүл мэндийн сөрөг нөлөөллийн талаарх нотолгоо үлэмж нэмэгдсэн тул ДЭМБ-аас 2021 онд дэлхийн агаарын чанарын удирдамжийг шинэчилж, эрүүл мэндийн үр дагавартай холбоотойгоор урт болон богино хугацааны өртөлтийн түвшинг азотын давхар исэл, озон, нүүрстөрөгчийн дутуу исэл, PM2.5, PM10 тоосонцор зэрэг бохирдуулагчдын зөвлөмж утгыг агаарын чанарын удирдамжид тусгасан [1].

Гадаад орчны агаарын бохирдолоос гадна гэр, сууцны халаалт, хоол үйлдвэрлэлд биомасс түлш, нүүрс хэрэглэдэг 2.6 тэрбум хүний эрүүл мэндэд дотоод орчны агаарын бохирдол ноцтой эрсдэл учруулсаар байна. 2016 онд 3.8 сая хүн цаг бусаар эндсэн нь өрхийн агаарын бохирдлоос шалтгаалсан байна [2].

Дотоод орчны агаарын бохирдол нийгмийн эрүүл мэндийн асуудал болж байгаа гол шалтгаан нь хотын оршин суугчид хоногийн 24 цагийн 90-ээс дээш хувийг дотоод орчинд өнгөрөөх, зарим бохирдуулагчдын концентраци дотоод орчинд гадаад орчноос өндөр байх

түүнчлэн зарим бохирдуулагчдын хувьд гадаад орчинд хувь хүний өртөлтийг тодорхойлоход хүндрэлтэй байдагтай холбоотой. Иймээс дотоод орчны агаарын бохирдолд өртөх, эрүүл мэндийн нөлөөллийг судлах, нийгмийн эрүүл мэндийн бодлогыг цаашид хөгжүүлэх шаардлагатай [1, 2].

Монгол улс суурьшлын бүсийн агаарын бохирдлыг бууруулахын тулд бохирдуулагч эх үүсвэрт чиглэлэсэн гэр хорооллын дахин төлөвлөлт, орон сууцжуулалт, зуухны шинэчлэл, түүхий нүүрсийг сайжруулсан түлшээр солих зэрэг дунд хугацааны арга хэмжээнүүдийг үе шаттайгаар авч хэрэгжүүлж байна. Гэвч суурьшлын бүсийн агаарын чанар ДЭМБ-ын удирдамжийн дунд хугацааны 1-р зорилтид ч хүрээгүй байгаа нь нийгмийн эрүүл мэндийн тулгамдсан асуудал хэвээр байна [2, 3, 4].

Цаг, уур орчны шинжилгээний газрын байгаль орчин хэмжил зүйн төв лаборатори, Эрүүл мэндийн яамны харъяа Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төвийн орчны эрүүл мэндийн албаны хамтарсан баг нь Монгол улсынн шадар сайдын 2021 оны 12 дугаар сарын 30-ны өдрийн А/142 тоот тушаал, Орчны бохирдлыг бууруулах үндэсний хорооны даргын 2022 оны 01 дүгээр сарын 03-ны өдрийн А/01 тоот тушаалын хэрэгжилтийг хангахаар уламжлалт болон стандарт зууханд сайжруулсан шахмал түлшийг шатаахад дотоод орчинд ялгарах

агаар бохирдуулагчийн түвшинг тодорхойлох зорилгоор энэхүү талбарын үнэлгээг гүйцэтгэсэн.

Зорилго

Өрхийн дотоод орчинд сайжруулсан түлшний шаталтаас үүсэх хийн бохирдуулагчдын ялгарлыг тодорхойлж, зуух, орон сууцны төрлөөр нь харьцуулан дүгнэлт, зөвлөмж боловсруулах

Материал, арга зүй

Аналитик судалгааны агшингийн загвараар гэр хороололд сайжруулсан түлш ашиглан гал түлж дулааны эх үүсвэрээ хангадаг өрхийн дотоод орчинд хэмжилт хийж хийн бохирдуулагчдыг тодорхойллоо. Хэмжилт судалгаанд сууцны төрөл (монгол гэр, байшин) болон зуухны төрлөөр (энгийн, сайжруулсан) ялгаатай, өдөртөө байнга хүнтэй байдаг, үнэлгээнд хамрагдахыг зөвшөөрсөн нийт 4 өрхийг Сонгинохайрхан дүүргээс 3, Чингэлтэй дүүргээс 1 өрхийг тус тус сонгон авч 24 цагийн тасралтгүй хэмжилтийг хийсэн. Хэмжилтийн өмнө Цаг уур, орчны шинжилгээний газрын байгаль орчин хэмжил зүйн төв лабораторит багажнуудад тохиргоо хийж агаар сорох хурдыг анализаторуудын стандартад тохируулсан. Анализаторуудыг зуух, пийшингээс 0.5 метр, шалнаас 0.5-1 метрийн өндөрт байршуулж хэмжилтийг хийлээ. Үнэлгээний дүнг Монгол улсын үндэсний стандарт “Агаарын чанар-техникийн ерөнхий шаардлага MNS4585:2016” стандарт болон ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамж болгосон үзүүлэлттэй харьцуулав.



House with standard stove

Нүүрстөрөгчийн дутуу ислийг тодорхойлох

Horiba APMA-370 Carbon Monoxide Monitor (HORIBA, Ltd) анализатор нь бага концентрацитай нүүрстөрөгчийн дутуу исэл (CO)-ийн түвшинг тодорхойлоход зориулагдсан, CO-ын концентрацийг тасралтгүй хянах, хуурай аргаар дээж авах, сарнилтгүй нил улаан гэрлийн шингээлтийн зарчмаар ажилладаг [5]. Хэмжилтийн доод хязгаар 0 ppm, сорох хурдыг 1.5л/мин байхаар тохируулан, 30 минутын интервалаар 24 цагийн ялгарлыг бүртгэж авсан.

Хүхэрлэг хий, тодорхойлох

Horiba APSA 370 (HORIBA, Ltd) анализатор нь бага концентрацитай хүхэрлэг хий (SO_2)-н түвшинг тодорхойлоход зориулагдсан, SO_2 -ын концентрацийг тасралтгүй хянах, хуурай аргаар дээж авах, хэт ягаан гэрлийн флюоресценцийн зарчмаар ажилладаг. Хэмжилтийн доод хязгаар 0 ppm-ээс эхлэхэд-10/20/50/100 ppm-д автомат тохиргоонд шилждэг [6]. Агаар сорох хурдыг 0.5 л/мин байхаар тохируулан, 20 минутын интервалаар 24 цагийн турш ялгарлыг бүртгэж авав.

Азотын давхар исэл тодорхойлох

APNA 370 (Horiba, Ltd) анализатор нь бага концентрацитай азотын давхар исэл (NO_2)-ийн түвшинг тодорхойлоход зориулагдсан, NO_2 -ын концентрацийг тасралтгүй хянах, хуурай аргаар дээж авах, хемилюменсценцийн зарчмаар ажилладаг. Хэмжилтийн доод хязгаар 0 ppm-ээс эхлэхэд-0.1/0.2/0.5/1.0 ppm-д автомат тохиргоонд шилждэг [7]. Агаар сорох хурдыг 1.5 л/мин байхаар тохируулан, 30 минутын интервалаар 24 цагийн турш ялгарлыг бүртгэн авсан.



Mongolian ger with traditional stove

Image 1. Field measurements

Table 1. Measurement of indoor air pollutants during combustion of improved fuels in traditional and standard furnaces

| No | Type of dwelling and stove being measured | Identified gas pollutants | Duration of measurement |
|----|--|---------------------------|-------------------------|
| 1 | Mongolian ger with traditional stove | SO ₂ , CO, NOx | 24 hours |
| 2 | Mongolian ger with standard stove (Stove name: Dul, Khas, Ulzii) | | |
| 3 | House with standard stove (Dul, Khas, Ulzii) | | |
| 4 | House with traditional stove | | |




| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| a. APSA 370 Ambient SO ₂ Monitor | b. APNA 370 Ambient NOx Monitor | c. APMA 370 Ambient CO Monitor |

Image 2. Instruments for measuring indoor air pollutants

Статистик боловсруулалтыг SPSS 24.0 программыг ашиглан мэдээллийн хувьсагчийн төрлөөс хамааран тоон хувьсуурт үр дүнг бодит тоо, эзлэх хувь, дундаж утга, бодож илэрхийлнэ. Бохидуулагчдын үзүүлэлтийг харьцуулахад ANOVA тестээр тооцон, дүгнэлт хийж р утга 0.05-аас бага байх тохиолдолд статистикийн үнэн магадтай гэж үзлээ.

Үнэлгээний үр дүн

Өрхийн дотоод орчны агаар дахь химийн бохирдуулагчдын 24 цагийн дундаж концентраци хүхэрлэг хий дөл зуухтай

байшин сууцанд Монгол улсын MNS4585:2016 стандарт болон ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамжид заасан түвшинд байна. Харин энгийн зуухтай гэр болон байшин сууцанд сайжруулсан түлшийг түлэхэд 24 цагийн хүхрийн давхар ислийн концентраци Монгол улсын MNS4585:2016 стандарт болон ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамжид заасан түвшингээс 1.3-2.92 дахин өндөр байна (Table 2). Сууц, зуухны төрлөөр нь харьцуулахад хүхэрлэг хийн ялгарлын түвшин статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаатай байлаа (df=4, f=4.04, p=0.008).

Table 2. 24-hour average concentration of sulfur dioxide, by stove type, Ulaanbaatar, 2022/1/18-2022/1/21

| Stove type | Type of dwelling and stove (Stove name) | 24-hour average sulfur dioxide measurement, µg/m ³ | Compared | |
|-------------------|---|---|---|--|
| | | | Air quality standard of Mongolia MNS4585:2016 (50 µg/m ³) | WHO, 2021 air quality guidelines (40 µg/m ³) |
| Standard stove | House (Dul) (Jan 19- Jan 20) | 39.8±34.5 | Standard level | Guide level |
| | Ger (Ulzii) (Jan 21 – Jan 22) | 125.3±107.6 | 2.5 more ↗ | 3.1 more ↗ |
| Traditional stove | Ger (Jan 20 – Jan 21) | 116.9±165.9 | 2.3 more ↗ | 2.92 more ↗ |
| | House (Jan 18- Jan 19) | 65.1±34.8 | 1.3 more ↗ | 1.63 more ↗ |

Агаар дахь хүхрийн давхар ислийн 24 цагийн концентраци “Монгол гэр”-т зуухны төрлөөс хамаарахгүй Монгол улсын стандарт болон ДЭМБ-ын 2021 оны зөвлөмж хэмжээнээс 2.3-

3.1 дахин их байна. Энгийн зуухтай байшин сууцны дотор орчинд хүхэрлэг хий стандарт болон зөвлөмж хэмжээнээс 1.3-1.63 дахин их ялгарсан байна (Figure 1).

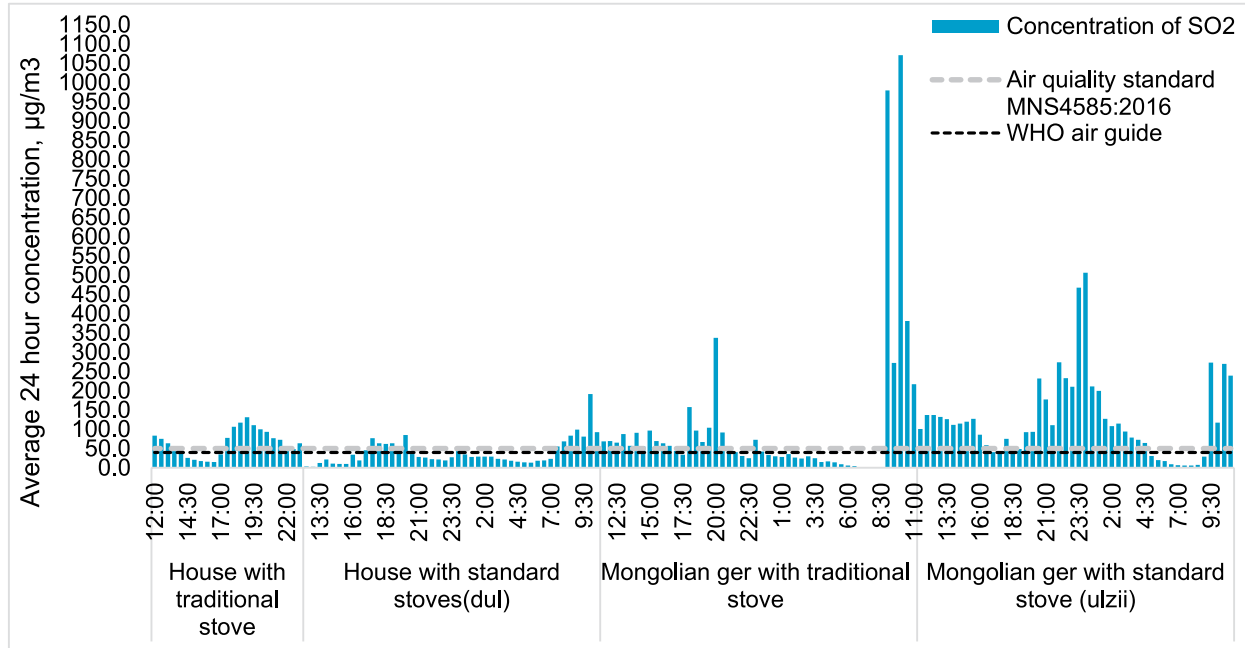


Figure 1. 24-hour average concentration of sulfur dioxide in the indoor air, by dwelling and stove types, Ulaanbaatar, 2022

Сайжруулсан түлшээр галласан дөл зуухтай байшин болон энгийн зуухтай гэр сууцны дотоод орчны агаарын азотын давхар ислийн 24 цагийн дундаж концентраци Монгол улсын агаарын чанарын MNS4585:2016 стандартад заасан түвшинд байна. Харин энгийн зуухтай байшин сууцны дотоод орчны азотын давхар ислийн

24 цагийн дундаж концентраци Монгол улсын агаарын чанарын MNS4585:2016 стандартад заасан хэмжээнээс 1.73 дахин ихэссэн байна (Table 3). Азотын давхар ислийн ялгарлын түвшинг сууц, зуухны төрлөөр нь харьцуулахад статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаатай байлаа (df=4, f=17.17, p=0.001).

Table 3. 24-hour average concentration of nitrogen dioxide, by stove type, Ulaanbaatar, 2022/1/18-2022/1/21

| Type of Stove | Type of dwelling and stove (Stove name) | 24-hour average nitrogen dioxide measurement, µg/m ³ | Compared | |
|-------------------|---|---|---|--|
| | | | Air quality standard of Mongolia MNS4585:2016 (50 µg/m ³) | WHO, 2021 air quality guidelines (25 µg/m ³) |
| Standard stove | House (Dul) (Jan 19- Jan 20) | 27.0±9.4 | Standard level | 1.1 more ↗ |
| | Ger (Ulzii) (Jan 21 – Jan 22) | 33.5±18.5 | Standard level | 1.3 more ↗ |
| Traditional stove | Ger (Jan 20 – Jan 21) | 35.6±22.7 | Standard level | 1.4 more ↗ |
| | House (Jan 18- Jan 19) | 86.5±77.8 | 1.73 more ↗ | 3.5 more ↗ |

Хэмжилт хийгдсэн өрхийн дотоод орчны агаар дахь азотын давхар ислийн концентраци ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамжид заасан зөвлөмж

хэмжээнээс 1.1-3.5 дахин их бохирдолтой байна (Figure 2).

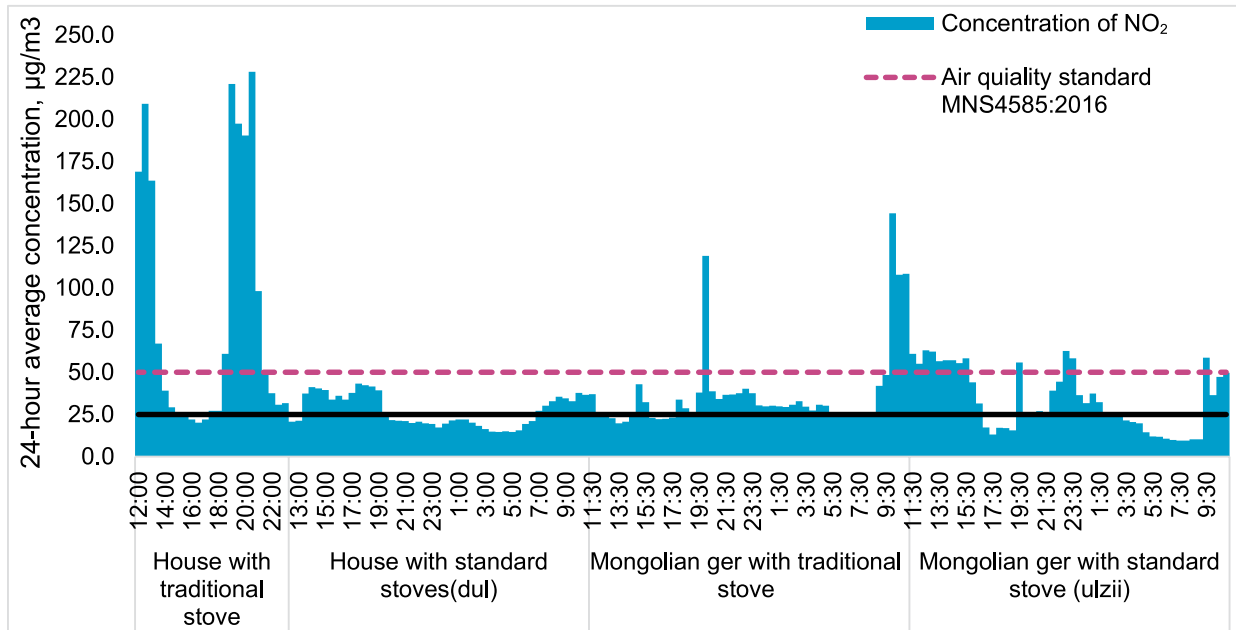


Figure 2. 24-hour average concentration of NO₂ in indoor air, by type of dwelling and stoves, Ulaanbaatar, 2022

Нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн 8 цагийн дундаж (10000 мкг/м³) концентраци нь ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамжид заасан зөвлөмж хэмжээтэй ижил үзүүлэлттэй байна. Стандарт зуухтай байшин, монгол гэрт сайжруулсан түлшийг түлэхэд агаарт ялгарах нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн концентраци ДЭМБ-ын зөвлөмж түвшинд байна. Нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн

ялгарлын түвшинг сууц, зуухны төрлөөр нь харьцуулахад статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаатай байлаа (df=4, f=45.17, p=0.001) бол өглөө, өдөр, оройн цагийн хувьд, энгийн зуухтай гэр сууцтай өрх, стандарт зуухтай гэр сууцтай өрхөд стандартын өндөр ач холбогдолтой ялгаатай байна (df=3, f=33.17, p=0.001) (Table 4).

Table 4. 8-hour average concentration of carbon monoxide, by dwelling and stove types, Ulaanbaatar, 2022/1 / 18-2022 / 1/21

| Type of Stove | Type of dwelling and stove (Stove name) | Measurement time, 8-hour | 8-hour average measurement of carbon monoxide, µg/m ³ | Compared |
|-------------------|---|--------------------------|---|---|
| | | | | WHO, 2021 air quality guidelines (10000 µg/m ³) |
| Standard stove | House (Dul) (Jan 19- Jan 20) | 11-18 hours | 2962.5±197.8 | Standard level |
| | | 19-02 hours | 3131.9±902.3 | Standard level |
| | | 03-10 hours | 4222.9±1011.3 | Standard level |
| | Ger (Ulzii) (Jan 21 – Jan 22) | 11-18 hours | 3365.8±1215.7 | Standard level |
| | | 19-02 hours | 7815.6±2436.8 | Standard level |
| | | 03-10 hours | 7742.6±1273.3 | Standard level |
| Traditional stove | Ger (Jan 20 – Jan 21) | 11-18 hours | 2457.4±1207 | Standard level |
| | | 19-02 hours | 9185.9±2464.1 | Standard level |
| | | 03-10 hours | 13607.5±4972.1 | 1.4 more ↗ |
| | House (Jan 18- Jan 19) | 11-18 hours | 14468±7914.8 | 1.4 more ↗ |
| | | 19-02 hours | 23901.8±7152.2 | 2.4 more ↗ |
| | | 03-10 hours | Explanation: The instrument was turned off at night due to its noise. | |

Нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн 8 цагийн дундаж концентраци энгийн зуухтай байшинд Монгол улсын стандарт болон ДЭМБ-ын удирдамжид заасан зөвлөмж хэмжээнээс 1.4-2.4 дахин өндөр байлаа.

ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамжид нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн 24 цагийн

дундаж концентрацийг 4000 мкг/м³ байхаар заасан. Үнэлгээнд хамрагдсан энгийн зуухтай байшин, зуухны төрлөөс хамаарахгүй монгол гэрт сайжруулсан түлшийг хэрэглэхэд 24 цаг тасралтгүй нүүрстөрөгчийн дутуу исэл дотоод орчны агаарт ялгарч байна (Figure 3).

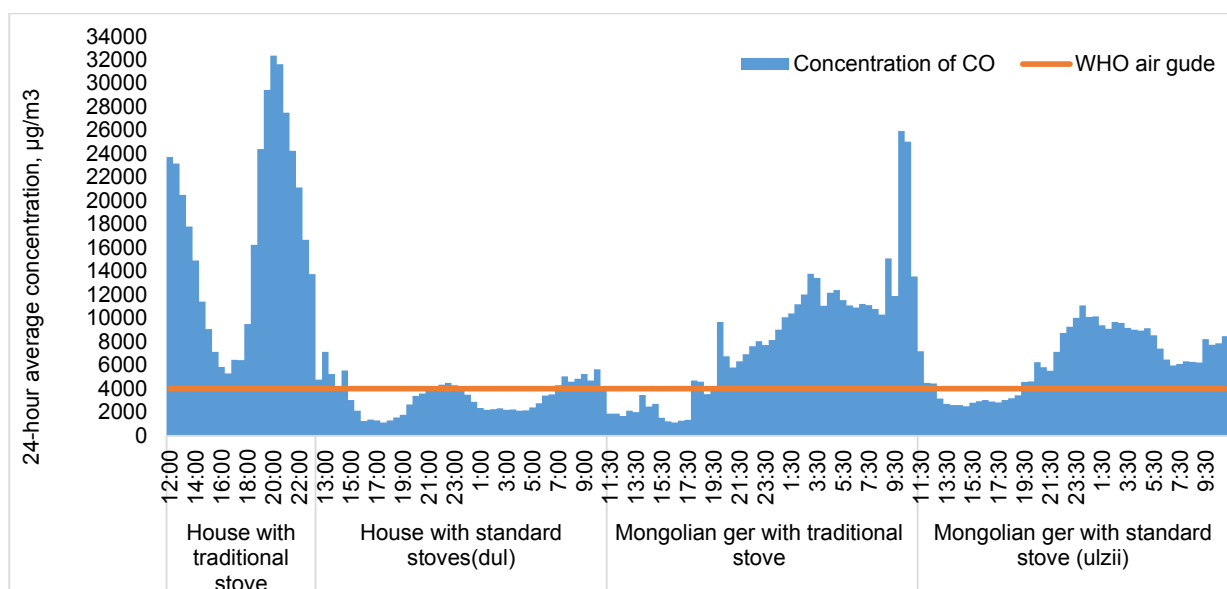


Figure 3. 24-hour average concentration of CO in indoor air, by dwelling and stove types, Ulaanbaatar, 2022

Энгийн зуухтай, байшин сууцны өрхөд нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн 8 цагийн дундаж концентраци 18:00-02:00 цагийн хооронд ялгарсан байна.

Хэлцэмж

Дэлхийн эрүүл мэндийн 68 дугаар чуулганаас “Эрүүл мэнд ба орчин: агаарын бохирдлын эрүүл мэндийн нөлөөллийг бууруулах тухай” WNA68.8 дугаар тогтоол гаргасныг 194 гишүүн улс дэмжсэн (ДЭМБ, 2015). Уг тогтоолд хүн амын эрүүл мэндийг агаарын бохирдлын сөрөг нөлөөллөөс хамгаалах хүчин чармайлтыг 2 дахин нэмэгдүүлэх хэрэгтэйг онцлосон. Түүнчлэн Нэгдсэн Үндэстний Байгууллага (НҮБ)-ын Тогтвортой хөгжлийн зорилго (ТХЗ)-д орон байрны доторх болон хүрээлэн байгаа агаарын бохирдолтой холбоотой өвчний дарамтыг бууруулах тодорхой зорилтуудыг дэвшүүлсэн байна [1, 2, 8, 9, 10].

ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамжид айл, өрхийн эрчим хүч, дулааныг ялангуяа хоол хийх, орон байрыг халаах, гэрэлтүүлэгт зориулсан хямд

үнэтэй, ахуйн хэрэглээний цэвэр эрчим хүчний шийдлүүдийн хүртээмжийг баталгаажуулах хангахыг зөвлөсөн байна [11, 12].

Монгол улсын суурьшлын бүсийн агаарын бохирдол сэрүүний улиралд дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагын зөвлөмж хэмжээ болон Монгол улсын үнлэсний стандартаас 10-25 дахин ихсэж байгаа нь хүн амын эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлж, нийгэм эдийн засгийн дарамт учруулсаар байна [11, 12].

Монгол улсад дотоод орчны агаарын чанарыг судлах, дотоод орчинд ялгарч байгаа тоос, тоосонцор зэрэг түгээмэл бохирдуулагчдыг тодорхойлох судалгаанууд 2008 оноос хийгдсээр байна [13,14,15, 16].

“Ногоон тийтэм” хэмжилтээс дотоод орчинд хүхэрлэг хийн агууламж галлахаас өмнө 20 минутын хэмжилтээр багажийн хэмжих хязгаараас даваагүй байсан бол галласны дараа сайжруулсан зуух ашиглаж галласан орчинд 20 минутын хэмжилт багажийн илрүүлэх

түвшин <20-оос хэтрээгүй байна. Харин энгийн уламжлалт зууханд галласны дараа 52.25 мкг/м³ нь ДЭМБ-ын агаарын чанарын зөвлөмж хэмжээтэй харьцуулахад зөвлөмж хэмжээнд байна. Азотын давхар ислийн агууламж галлахаас өмнө хамгийн их агууламж ханын пийшинд гал түлдэг өрхөд 20 минутын дундаж 117.02 мкг/м³ байгаа бол хамгийн бага нь энгийн зуухтай өрхөд тодорхойлогдсон. Харин гал түлсний дараа 20 минутын дундаж агууламж энгийн зууханд гал түлдэг өрхөд хамгийн өндөр буюу 227.76 мкг/м³ хүрсэн байна. ДЭМБ-ын агаарын чанарын зөвлөмж хэмжээтэй харьцуулахад зөвлөмж хэмжээнд байсан байна [13].

НЭМХ-ийн судлаачид, 2008 онд уламжлалт зуух, ханан пийшин зэрэгт түүхий нүүрс болон Япон технологийн шахмал сайжруулсан түлшийг хэрэглэхэд гэр, байшинтай айлд хүхэрлэг хийн агууламж ДЭМБ-ын зөвлөмж хэмжээнээс давж байсан бол азотын давхар ислийн агууламж нүүрсний төрлөөс үл хамааран зөвлөмж хэмжээнд байсан байна [14].

Бидний хэмжилтээр хүхэрлэг хийн 24 цагийн дундаж агууламж орон сууцны төрөл хамааралгүй ДЭМБ-ын 2021 оны зөвлөмж хэмжээ болон Монгол улсын агаарын чанарын стандартад заасан хүлцэх хэмжээнээс 1,5-2,6 дахин их, азотын давхар ислийн агууламж уламжлалт зуухтай, гэр сууцтай айлд Монгол улсын агаарын чанарын стандарт MNS4585-2016-д заасан хүлцэх хэмжээнээс 1,5 дахин их ялгарсан бол ДЭМБ-ын 2021 оны зөвлөмж хэмжээнээс зуухны төрөл, сууцны төрлөөс хамааран 1.1-3.5 дахин их ялгарсан байна.

Нийслэлийн агаарын бохирдолтой тэмцэх газраас 2019 онд сайжруулсан түлшийг хэрэглэж байгаа өрхөөс сууц, зуухны төрлөөр ялгаатай 5 өрхийн дотоод орчинд ялгарч байгаа нүүрстөрөгчийн дутуу исэл, NOx-ын 24 цагийн концентраци, агаарын температурыг хэмжсэн хэмжилтээр уламжлалт зуух, ханан пийшинтэй айлд СО-ын агууламж 1 цагийн дундаж нь 22.5-29 ppm, төслийн зуухтай ханан пийшинтэй айлд 7.5 ppm ялгарч байсан байна [15].

Бидний талбарын үнэлгээгээр дотоод орчинд СО-ын агууламж уламжлалт зуухтай айлд ДЭМБ-ын зөвлөмж хэмжээ болон Монгол улсын агаарын чанарын стандартаас давсан үзүүлэлттэй байгаа нь дээрх үнэлгээтэй дүйж байна.

Нийслэл хотод сайжруулсан шахмал түлшийг ашиглаж эхэлснээс хойш нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн хордлого дэгдэлттэй холбоотойгоор дотоод орчинд зарим химийн бохирдуулагчдын ялгарлын түвшинг тодорхойлох үнэлгээний үр дүнгээр СО-ын агууламж 10.5±10.2 мкг/м³ буюу ДЭМБ-ын 2015 оны зөвлөмжид заасан хүлцэх түвшингээс 3.5 мкг/м³ -ээр давсан үзүүлэлттэй байгаа нь цаашид агаарын чанарыг хянаж, хүн амын эрүүл мэндийг хамгаалах орчин бүрдүүлэх шаардлагатайг харуулж байна [16].

Дээрх үр дүнгүүдээс харахад дотоод орчны агаарын чанарыг сайжруулахад дэмжлэг үзүүлэх нэг хүчин зүйл нь уламжлалт зуухны хэрэглээг хязгаарлах, бүрэн шаталт үүсгэдэг стандартын шаардлага хангасан зуухны хэрэглээг нэмэгдүүлэх шаардлагатай байна.

Хатуу түлш шатаахаас үүдэлтэй айл өрхийн агаарын бохирдол нь дэлхийн хэмжээнд өвчлөлийн дарамтад голлох хүчин зүйл болж байна. Өрхийн агаарын бохирдлын судалгаанд PM2.5-ыг орлуулах голлох хэмжүүр болгон үзэж байгаа ч хамтран бохирдуулагчаар нүүрстөрөгчийн дутуу ислийг (СО) өргөн ашигладаг ба эдгээрийн хавсарсан нөлөөллийг судлах шаардлагатай [17].

Непалд Балбын өмнөд хэсгийн хөдөөгийн 2890 гаруй өрхийг хамруулсан судалгаагаар СО-ын концентрацийг PM2.5-ийн концентрацитай хэрхэн хамаарч буйг тооцоолоход хамаарал багатай ч уламжлалт зуух ашиглаж буй өрхүүдэд дээрх бохирдуулагчид маш өндөр агууламжтай байгааг илрүүлсэн байна [18].

Бидний судалгаагаар уламжлалт зуухтай, гэр сууцтай айл өрхүүдэд СО-ын концентраци болон PM2.5-ийн концентраци ДЭМБ-ын зөвлөмж хэмжээ болон Монгол улсын үндэсний стандартаас давж байгаа нь цаашид дээрх бохирдуулагчдын ялгарлын хамаарлыг нарийвчлан тооцоолох шаардлагатайг харуулж байна.

Дүгнэлт:

1. Хэмжилт хийгдсэн дөл зуухтай, байшин сууцнаас бусад өрхийн дотоод орчны агаарт хийн бохирдуулагчид Монгол улсын агаарын чанарын стандарт, ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамж, зөвлөмж хэмжээнээс их байна.
2. Агаар дахь хүхрийн давхар ислийн 24 цагийн дундаж концентраци Монгол гэрт зуухны төрлөөс хамаарахгүй, энгийн зуухтай

- байшинд Монгол улсын стандарт болон ДЭМБ-ын 2021 оны зөвлөмж хэмжээнээс 1.3-3.1 дахин их байна.
3. Агаар дахь азотын давхар ислийн концентраци энгийн зуухтай байшингийн дотоод орчинд Монгол улсын стандартад заасан хэмжээнээс 1.73 дахин их тодорхойлогдсон. Харин хэмжилтэд хамрагдсан бүх өрхийн дотоод орчны агаарт азотын давхар ислийн концентраци ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамжид заасан зөвлөмж хэмжээнээс сууц, зуухны төрлөөс хамааралгүй 1.1-3.5 дахин өндөр байна.
 4. Нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн концентраци энгийн зуухтай байшинд өдөржин, энгийн зуухтай гэрт шөнийн 8 цагийн дунджаар Монгол улсын агаарын чанарын стандарт болон ДЭМБ-ын 2021 оны удирдамжид заасан зөвлөмж хэмжээнээс их ялгарч байна.
- Талархал.** Тус түргэвчилсэн үнэлгээг хийхэд хамтран ажилласан ЦУОШГ-ын байгаль орчин хэмжил зүйн төв лаборатори, НЭМҮТ-ийн ОЭМА-ны эрдэм шинжилгээний ажилтнууд, үнэлгээнд хамрагдахыг зөвшөөрсөн айл, өрхөд гүн талархал илэрхийлье.
- Ном зүй**
1. WHO, Global Air Quality Guidelines, 2021.
 2. WHO, Household air pollution and health, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
 3. Монгол Улсын Засгийн Газрын 2018 оны 02 дугаар сарын 28-ны өдрийн 62 дугаар тогтоол,
 4. Дэлхийн банк “Цэвэр-агаар” төслийн дунд хугацааны тайлан, 2014
 5. <https://www.horiba.com/int/process-and-environmental/products/detail/action/show/Product/apsa-370-452/>
 6. <https://www.horiba.com/int/products/detail/action/show/Product/apna-370-451/>
 7. <https://www.horiba.com/es/process-environmental/products/ambient/details/apma-370-ambient-carbon-monoxide-monitor-270/>
 8. ДЭМБ, “Агаарын бохирдол-Эрүүл мэнд” 2019
 9. UNICEF, “Understanding and addressing the impact of air pollution on children’s health in Mongolia” 2016.
 10. World Bank, Mongolia, Heating Stove market trends in poor, Peri-Urban ger areas of Ulaanbaatar and selected market outside Ulaanbaatar, stocktaking report of the Mongolia Clean Stove initiative. 2013.
 11. ЭМЯ, НЭМҮТ, АШУҮИС, “Нийгмийн эрүүл мэндийн салбарын хөгжил, ирээдүйн чиг хандлага” олон улсын эрдэм шинжилгээний хурлын илтгэлийн хураангуйн эмхэтгэл, 2021
 12. МУЗГ, АШУҮИС, “Агаарын бохирдол бо эрүүл мэнд” үндэсний чуулганы эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл, 2019
 13. Ногоон титэм” ХХК-ийн байгаль орчны итгэмжлэгдсэн лаборатори, “Сайжруулсан түлшний шаталт, дотоод орчин ялгарах бохирдуулагчид” туршилт, 2020 он.
 14. НЭМҮТ, ДЭМБ, “Дотоод орчны агаарын чанар” судалгаа, 2008 он.
 15. Нийслэлийн агаарын бохирдолтой тэмцэх газар, Өрхийн дотоод орчинд агаарын чанарын хяналт хийсэн үнэлгээ, 2019
 16. НЭМҮТ, НҮБ-ын хүүхдийн сан “Дотоод орчны агаарын чанар- угаарын хийн хордлого судалгаа” тайнлан, 2020 он.
 17. Ellison Carter, Christina Norris, Kathie L. Dionisio, Kalpana Balakrishnan, William Checkley, Maggie L. Clark, Santu Ghosh, Darby W. Jack, Patrick L. Kinney, Julian D. Marshall, Luke P. Naeher, Jennifer L. Peel, Sankar Sambandam, James J. Schauer, Kirk R. Smith, Blair J. Wylie, and Jill Baumgartner, Assessing Exposure to Household Air Pollution: A Systematic Review and Pooled Analysis of Carbon Monoxide as a Surrogate Measure of Particulate Matter, *Assessing Exposure to Household Air Pollution: A Systematic Review and Pooled Analysis of Carbon Monoxide as a Surrogate Measure of Particulate Matter | Environmental Health Perspectives | Vol. 125, No. 7 (nih.gov)*
 18. Scott Zeger, Patrick Breyse, Joanne Katz, William Checkley, Frank C. Curriero, James M. Tielsch, Estimating Indoor PM2.5 and CO Concentrations in Households in Southern Nepal: The Nepal Cookstove Intervention Trials Chen Chen1, PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0157984 July 7, 2016.
- Танилцаж, нийтлэх санал өгсөн:
Анагаахын шинжлэх ухааны доктор,
профессор Н.Сайжаа