

Гадаад орчны агаарын чанарыг түүхий нүүрс болон сайжруулсан түлшний хэрэглээтэй харьцуулсан дүн, Улаанбаатар хот, 2018-2020 он

Нямсүрэн Л.^{1,2}, Ундрах-Ирээдүй Б.¹, Сувд Б.², Бурмаажав Б.¹

¹"Ач" Анагаах ухааны их сургууль

²Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв

Email: nyamsuren@ach.edu.mn

Abstract

The comparison of ambient air quality with raw coal and improved fuel consumption, Ulaanbaatar, 2018-2020

Nyamsuren L.^{1,2}, Undrakh-Ireedui B.¹, Suvd B.², Burmaajav B.¹

¹"Ach" Medical University

²National Center for Public Health

Introduction

Air pollution is one of the greatest environmental risk to health. Ambient air pollution accounts for an estimated 4.2 million deaths per year due to stroke, heart disease, lung cancer and chronic respiratory diseases. Approximately 46% of the population resides in Ulaanbaatar, and over half of the population living in ger (traditional yurt dwelling) areas consumes raw coal, which leads to an increase in ambient air pollutants. The Government of Mongolia took a series of actions to reduce air pollution; one was the ban on the consumption of raw coal beginning on 15 May 2019. The aim of this study is to describe the Ulaanbaatar air quality related to briquettes usage during cold seasons.

Material and Methods

We used ecological research design in this study. Quantitative data about air quality of Ulaanbaatar city during the cold seasons (Oct, Nov, Dec, Jan, Feb, Mar, Apr) in 2018-2020 years were analyzed from Department of air quality. These 5 indicators such as sulfur dioxide, nitrogen dioxide, particles (PM_{2.5}, PM₁₀) and carbon monoxide were selected for statistical analysis. The SPSS-20 software was used to analyze the data.

Ethics: The methodology was approved by the Medical Ethics Sub-Committee of the Ach medical university on 5th of February, 2021.

Results

The average sulfur dioxide, nitrogen dioxide concentrations in the air have increased in October 2019–April 2020 compared to the previous five years. But carbon oxide, particular matter concentrations have decreased in the selected years. Sulfur dioxide ($p < 0.0001$), nitrogen dioxide ($p = 0.001$), PM₁₀ ($p < 0.0001$), and PM_{2.5} ($p < 0.0001$) are differentiated before and after the use of improved fuels by Wilcoxon signed rank test. However, the CO content did not differ from that of the briquette's consumption ($p = 0.412$).

Conclusions. During the cold seasons, the concentration of sulfur dioxide and nitrogen dioxide has increased in air of Ulaanbaatar after used briquettes, while the concentration of particulate matter has decreased during the cold seasons.

Keywords: Air pollution, carbon monoxide, nitrogen dioxide, particulate matter, sulfur dioxide

Pp. 34-41, Tables 2, Figures 6, References 16

Үндэслэл

Дэлхий нийтийн болон бүс нутгийн хэмжээнд хүний эрүүл мэндэд нөлөөлж буй 10 эрсдэлт хүчин зүйлийн нэгд агаарын бохирдол орж байна [1, 2, 3]. Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагын мэдээлснээр агаарын бохирдлын улмаас жилд дунджаар 4 сая гаруй хүн харвалт, зүрх судасны өвчин, уушигны хавдар болон амьсгалын замын архаг өвчний улмаас нас барж байна [4, 8, 11].

Улаанбаатар хот Монгол Улсын нийт нутаг дэвсгэрийн дөнгөж 0.3 хувийг эзэлдэг боловч нийт хүн амын талаас илүү нь төвлөрөн амьдардаг. Хүн амын шилжилт хөдөлгөөн нэмэгдэж, хотын гэр хорооллын тоо нэмэгдэх тутам агаарын бохирдол, тэр дундаа тоосонцрын агууламж нэмэгдэж байна [5, 9, 10, 12].

Улаанбаатар хотын хүн амын дунд нарийн ширхэглэгт тоосонцроос ($PM_{2.5}$) үүдсэн өвчлөл нилээд хувийг эзэлдэг бөгөөд түүний өртөлтийн жилийн дундаж хэмжээ нь 70 мкг/м³ байгаагаас шалтгаалан хүүхдийн уушигны хатгалгаа, насанд хүрэгчдийн зүрх судасны өвчлөл тэргүүлж байна [13]. Монгол Улсын Засгийн газар 2017 онд баталсан “Агаар, орчны бохирдлыг бууруулах үндэсний хөтөлбөр”-ийн хэрэгжилтийг хангах хүрээнд 2019 оны 5 дугаар сарын 15-ны өдрөөс хойш Улаанбаатар хотод түүхий нүүрсний хэрэглээг хориглох шийдвэр гаргаж, стандартын шаардлага хангасан сайжруулсан түлш хэрэглэж байна [6, 7].

Иймээс Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын үзүүлэлтүүдийг сайжруулсан шахмал түлш хэрэглэхийн өмнөх болон дараах үеийн хэрэглээтэй холбон судлах шаардлагатай байна.

Зорилго

Улаанбаатар хотын агаарын түгээмэл бохирдуулагчдын агууламжийг сайжруулсан түлш хэрэглэхийн өмнөх болон дараах үеийн ялгааг харьцуулан агаарын чанарын индексээр үнэлэх

Материал, арга зүй

Энэхүү судалгаанд экологийн судалгааны загвар ашиглан Улаанбаатар хотын агаарын чанарын хүйтний улирал буюу 10, 11, 12, 1, 2, 3, 4 дүгээр сарын тоон мэдээллийг түүвэрлэн хүхэрлэг хий, азотын давхар исэл, тоосонцор ($PM_{2.5}$, PM_{10}), нүүрстөрөгчийн дутуу исэл

зэрэг 5 үзүүлэлтийг сонгон авч дүн шинжилгээ хийсэн. Түүхий нүүрс хэрэглэж байсан агаарын чанарын индекс 2018-2019 оныг өмнөх, сайжруулсан түлш хэрэглэж эхэлсэн 2019-2020 оныг дараах гэж авч үзэн харьцуулан судлав.

Мэдээлэл цуглуулсан арга: Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яамны Агаарын чанарын www.agaar.mn сайтыг 7 хоног тутмын мэдээллээс сонгогдсон бохирдуулагч үзүүлэлтийг түүвэрлэн авсан. Монгол улсын агаарын чанарын MNS 4585:2016 стандартын хүлцэх хэм хэмжээг харьцуулан судалж бохирдуулагч бодис тус бүрт үнэлгээ өгсөн. Судалгааны тоон мэдээллийг SPSS-23 программд шивж мэдээллийн бааз үүсгэж, алдааг хянаж цэгцэлсний дараа үр дүнгийн тооцооллыг хийсэн. Судалгааны тоон мэдээллийн тархалтыг Shapiro-Wilk W test-ээр тооцсоны дараа descriptive statistics шинжилгээгээр агаарын үндсэн бохирдуулагч үзүүлэлт тус бүрийн медианы дундаж, стандарт хазайлт, хамгийн их болон бага утгыг тооцсон. Статистик дүн шинжилгээний дараагийн шатанд сайжруулсан түлш хэрэглэхийн өмнө ба дараах үеийн агаарын чанарын ялгаатай байдлыг Wilcoxon signed-rank test-ээр, бохирдуулагчдын хоорондын хамаарлыг Spearman's correlation test-ээр тус тус тооцоолж, $p < 0.05$ байгаа үед статистик ач холбогдолтой гэж үзэв.

Ёс зүй: “Ач” анагаах ухааны их сургуулийн судалгааны ёс зүйн салбар хорооны 2021 оны 02 дугаар сарын 05-ны өдрийн хурлаар судалгааны ёс зүйн асуудлыг хэлэлцүүлж, судалгааг хэрэгжүүлэх зөвшөөрөл (Тогтоол 21/01/09) авч судалгааг хийгээд 2021 оны 5 дугаар сарын 31-ний өдрийн ёс зүйн салбар хорооны хурлаар дүгнэлт (Тогтоол 21/03/07) гаргуулсан.

Үр дүн

Сайжруулсан түлш хэрэглэхийн өмнөх ба дараах агаар бохирдуулагчдын дундаж үзүүлэлтийг тооцон, тэдгээрийн ялгаатай байдлыг Уилкоксоны ялгааны эрэмбийн шалгуураар тооцож үзэхэд хийн бохирдуулагч болох хүхэрлэг хий ($p < 0.0001$), азотын давхар исэл ($p = 0.001$) нэмэгдсэн байна. СО-ын агууламж сайжруулсан түлшний хэрэглээтэй холбоотой төдийлөн өөрчлөгдөөгүй ($p = 0.412$) байна. Харин механик бохирдуулагч болох PM_{10} ($p < 0.0001$), $PM_{2.5}$ ($p < 0.0001$) нь буурсан байна.

Table 1. Average concentration of air pollutants during the before and after the use of the briquettes, Ulaanbaatar

Pollutants (permissible level, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Before and after the use of improved fuels	Mean value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Minimum value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Wilcoxon signed ranks test p value
Sulfur dioxide (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Before	31.0±20.6	7	80	p=0.0001*
	After	62.5±40.1	15	144	
Nitrogen dioxide (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Before	39.5±12.7	20	65	p=0.001*
	After	53.0±19.5	19	78	
Carbon monoxide (10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Before	1548±866.3	590	3595	p=0.412
	After	1435.5±887.2	552	3409	
PM ₁₀ (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Before	187.0±51.7	100	281	p=0.0001*
	After	108.5±30.7	52	163	
PM _{2.5} (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Before	92.0±64.9	29	242	p=0.0001*
	After	51.0±35.2	23	129	

Улаанбаатар хотын агаарын найрлага дахь хүхэрлэг хийн агууламж түүхий нүүрс хэрэглэж байх үеийн (2018-2019) хүйтний улирлын дундаж нь 31 $\text{мкг}/\text{м}^3$ байсан бол сайжруулсан

түлш хэрэглэж эхэлсэн эхний жилийн (2019-2020) хүйтний улиралд дунджаар 62.5 $\text{мкг}/\text{м}^3$ болж 2 дахин нэмэгдсэн байна (Figure 1).

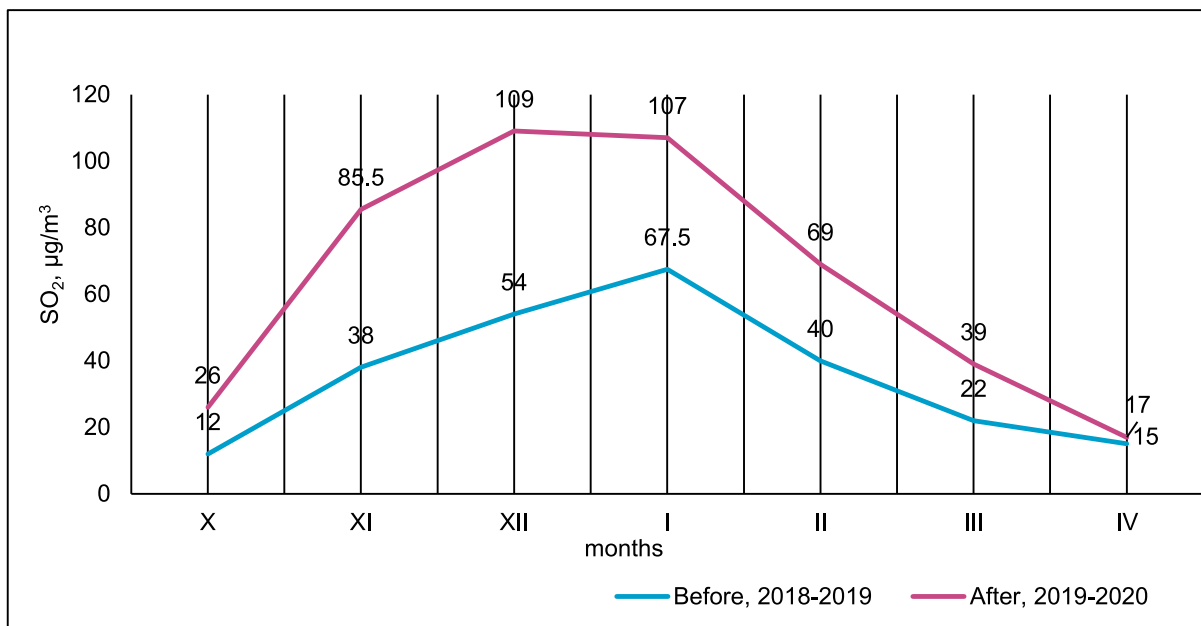


Figure 1. Monthly average SO₂ concentration in Ulaanbaatar city ambient air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Улаанбаатар хотын агаарын найрлага дахь азотын давхар ислийн агууламжийн түүхий нүүрс хэрэглэж байх үеийн (2018-2019) хүйтний улирлын дундаж нь 39.5 $\text{мкг}/\text{м}^3$ байсан

бол сайжруулсан түлш хэрэглэж эхэлсэн эхний жилийн (2019-2020) хүйтний улиралд дунджаар 53 $\text{мкг}/\text{м}^3$ болж 1.3 дахин нэмэгдсэн байна (Figure 2).

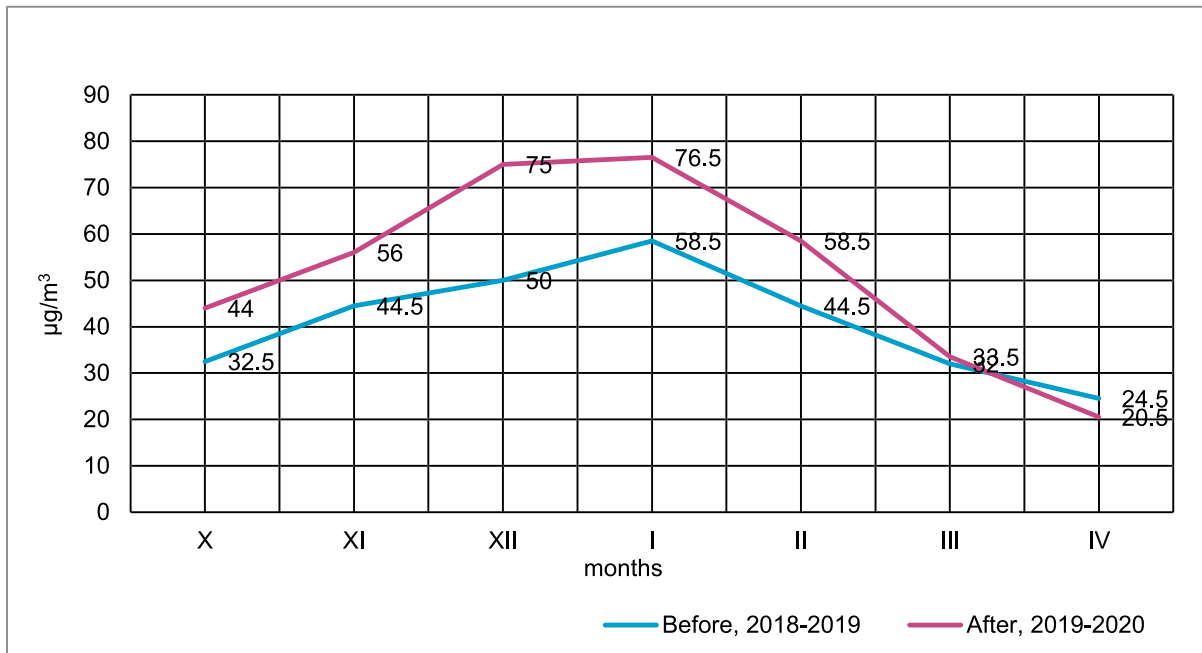


Figure 2. Monthly average NO₂ concentration in Ulaanbaatar city ambient air (µg/m³)

Улаанбаатар хотын агаарын найрлага дахь PM₁₀ тоосонцрын агууламжийн түүхий нүүрс хэрэглэж байх үеийн (2018-2019) хүйтний улирлын дундаж нь 187 мкг/м³ байсан бол

сайжруулсан түлш хэрэглэж эхэлсэн эхний жилийн (2019-2020) хүйтний улиралд дунджаар 108.5 мкг/м³ болж 1.7 дахин буурсан байна (Figure 3).

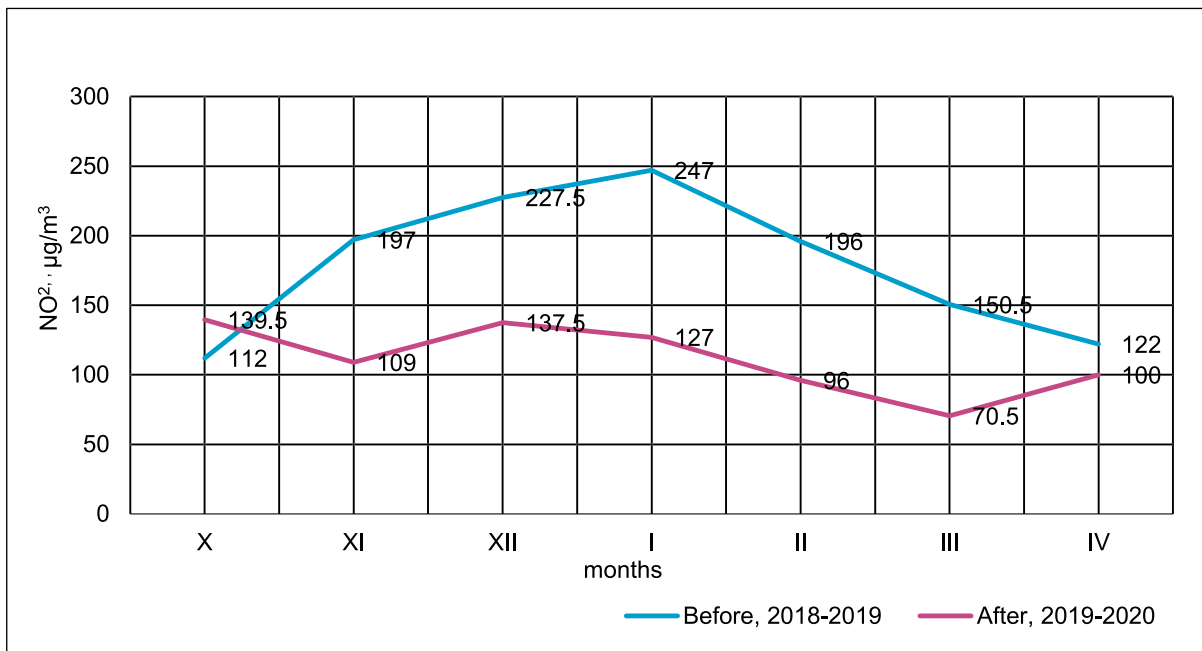


Figure 3. Monthly average PM₁₀ concentration in Ulaanbaatar city ambient air (µg/m³)

Улаанбаатар хотын агаарын найрлага дахь PM_{2.5} тоосонцрын агууламжийн түүхий нүүрс хэрэглэж байх үеийн (2018-2019) хүйтний улирлын дундаж нь 92 мкг/м³ байсан бол

сайжруулсан түлш хэрэглэж эхэлсэн эхний жилийн (2019-2020) хүйтний улиралд дунджаар 51 мкг/м³ болж 1.8 дахин буурсан байна (Figure 4).

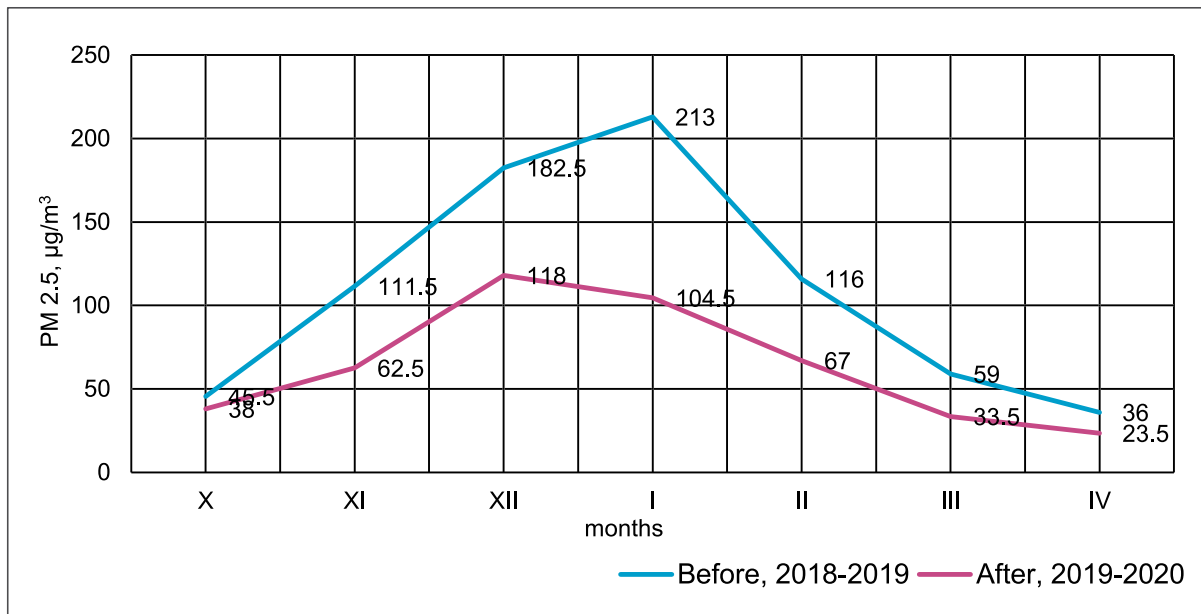


Figure 4. Monthly average PM_{2.5} concentrations in Ulaanbaatar city ambient air (µg/m³)

Сайжруулсан шахмал түлш хэрэглэж эхэлснээс хойшхи агаарын чанарын индекс (АЧИ)-т “бохирдолтой” хэмээн мэдээлсэн 7 хоногийн тоо 6-аас 13 болж нэмэгдсэн бөгөөд “их бохирдолтой” 7 хоног 3 удаа тохиолдсон байна. АЧИ “бохирдолтой”, “их бохирдолтой” 7 хоногийн давтамж сайжруулсан түлш хэрэглэснээс хойш нэмэгдсэн нь багтраа өвчтэй болон гадаад орчинд биеийн хүчний

хөдөлгөөн ихээр хийдэг хүн ам, уушги, зүрх судасны архаг өвчтэй хүн амын эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөх хэмжээнд байсныг илтгэж байна. PM₁₀ болон PM_{2.5} тоосонцрын АЧИ-ийн 7 хоногийн мэдээллээс “бохирдолтой”, “их бохирдолтой”, “маш их бохирдолтой” өдрүүд сайжруулсан түлш хэрэглэх хүйтний улирлын хугацаанд буурсан байна (Table 2).

Table 2. The number of weeks according to AQI category during before and after the use of the briquettes

Pollutants	Before (AQI, by weeks)	After (AQI, by weeks)
SO ₂	Good- 15 Moderate- 11 Unhealthy for sensitive groups-6	Good- 9 Moderate- 7 Unhealthy for sensitive groups-13 Unhealthy-3
NO ₂	Good- 8 Moderate- 18 Unhealthy for sensitive groups-6	Good- 4 Moderate- 12 Unhealthy for sensitive groups-16
PM ₁₀	Good- 0 Moderate- 5 Unhealthy for sensitive groups- 23 Unhealthy- 4	Good- 0 Moderate- 15 Unhealthy for sensitive groups-17
PM _{2.5}	Good- 3 Moderate- 11 Unhealthy for sensitive groups- 7 Unhealthy-9 Very unhealthy- 2	Good- 6 Moderate- 12 Unhealthy for sensitive groups-13 Unhealthy-1

Хүхэрлэг хий болон азотын давхар ислийн агууламж нь хоорондоо шууд хүчтэй ($r=0.913^{**}$, $p=0.001$) хамааралтай байгаа бол PM₁₀, PM_{2.5}

нь шууд дунд зэргийн ($r=0.775^{**}$, $p=0.001$) хамааралтай байна (Figure 5,6).

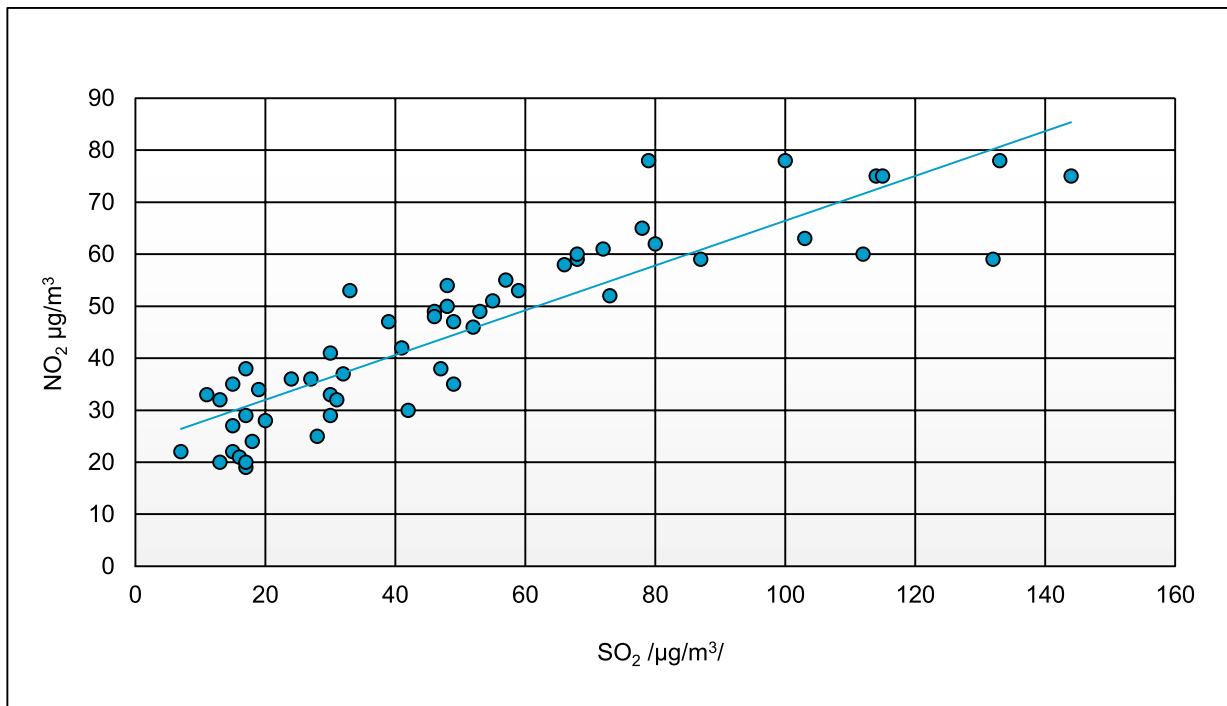


Figure 5. Correlation between sulfur dioxide and nitrogen dioxide, 2018-2020

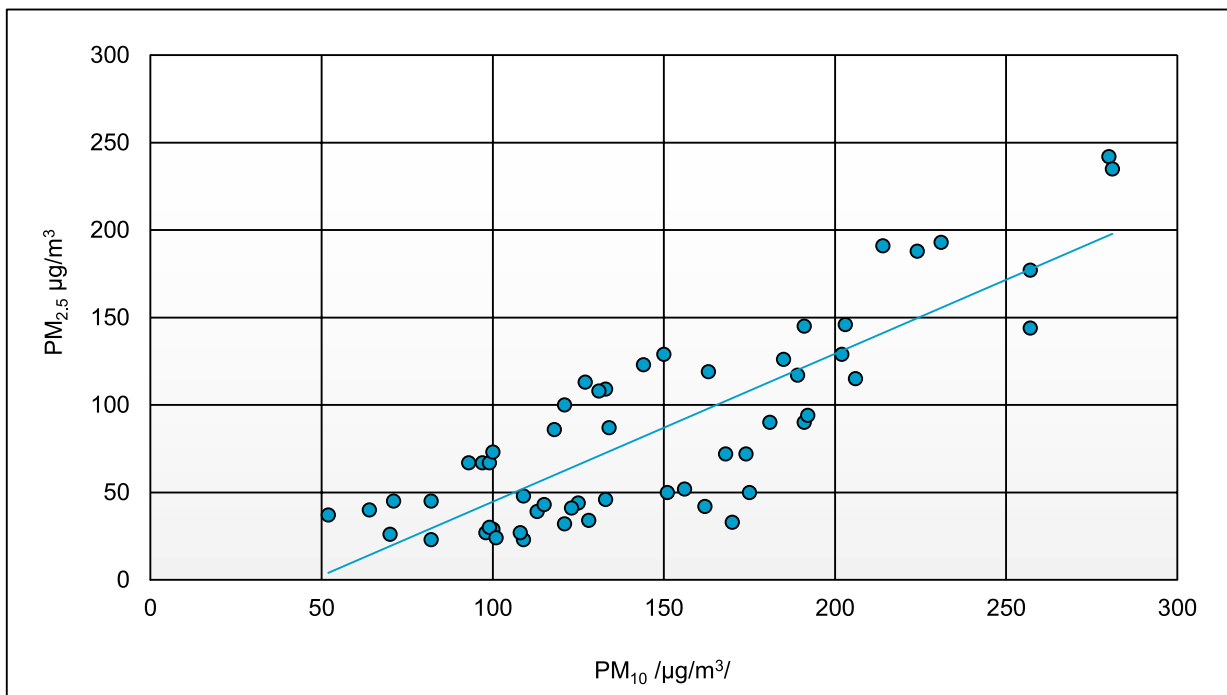


Figure 6. Correlation between PM_{10} and $PM_{2.5}$, 2018-2020

Хэлцэмж

Судлаач Г.Урангоо, Х.Нарантуяа нар (2020)-ын “Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөө” сэдэвт судалгааны үр дүнд 2020 оны эхний 3 сарын байдлаар агаарын найрлага дахь PM_{10} -ын

агууламж 180 мкг/м³, $PM_{2.5}$ -ын агууламж 66 мкг/м³ болж өмнөх оноос буурсан нь тогтоогдсон бол бидний судалгааны үр дүнд 2019-2020 оны хүйтний улиралд Улаанбаатар хотын агаарын найрлага дахь PM_{10} -ын агууламж 108.5мкг/м³, $PM_{2.5}$ тоосонцрын агууламж 51мкг/м³ болж

өмнөх оны мөн үеэс буурсан нь тус судалгааны үр дүнтэй ойролцоо байна [14].

Түүнчлэн дээрх судалгааны үр дүнд 2020 оны эхний 3 сарын дунджаар хүхэрлэг хийн дундаж агууламж 73 мкг/м^3 , азотын давхар ислийн дундаж агууламж 55 мкг/м^3 болж, өмнөх оноос тус тус нэмэгдсэн байгаа бол бидний судалгааны үр дүнд 2019-2020 оны хүйтний улиралд хүхэрлэг хийн агууламж өмнөх оноос 2 дахин нэмэгдсэн, азотын давхар ислийн агууламж 53 мкг/м^3 болж өмнөх оны мөн үеэс нэмэгдсэн байгаа нь тус судалгааны үр дүнтэй ойролцоо байна [14].

Судлаач Э.Насантогтох нар (2020)-ын “Улаанбаатар хотын сүүлийн 6 жилийн PM_{10} тоосонцортой холбоотой өвчлөлийн түвшинд агаарын бохирдлыг бууруулах бодлого, хөтөлбөр, нөлөөлөл, цаашдын чиг хандлагыг судалсан байдал” судалгааны үр дүнд Улаанбаатар хотод 2019 оны 10 дугаар сарын 01-нээс 12 дугаар сарын 01-ний хооронд буюу түүхий нүүрсний хэрэглээг хориглож эхэлсэн үеийн $\text{PM}_{2.5}$ тоосонцрын хоногийн дундаж өмнөх онуудтай харьцуулахад харьцангуй багассан [15] байгаа бол бидний судалгааны үр дүнд $\text{PM}_{2.5}$ тоосонцрын агууламж сайжруулсан түлш хэрэглэсэн хүйтний улиралд өмнөх үеэс мөн адил багассан байна.

Судлаач Э.Одбаатар, Т.Даваагатан нарын хийсэн Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлыг 2018 болон 2021 оноор харьцуулсан судалгааны дүнд 2021 онд агаар дахь $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} тоосонцрын агууламж буурсан байна. Өөрөөр хэлбэл, $\text{PM}_{2.5}$ болон PM_{10} тоосонцор дунджаар тус тус $200 \mu\text{г/м}^3$ буурч 2 дахин багассан нь бидний судалгааны үр дүнтэй дүйж байна. Түүнчлэн тус судалгааны үр дүнд хүхрийн давхар исэл (SO_2) бохирдуулагч ихсэж дунджаар $400 \mu\text{г/м}^3$ хүрч байгаа нь мөн бидний судалгааны үр дүнтэй дүйж байна [16].

Бидний судалгаагаар сайжруулсан шахмал түлш хэрэглэж эхэлснээс хойшх агаарын чанарын индекс (АЧИ)-т “бохирдолтой” хэмээн мэдээлсэн 7 хоногийн тоо хүхрийн давхар ислийн үед нэмэгдэж, PM_{10} болон $\text{PM}_{2.5}$ тоосонцорт буурсан байдал ажиглагдсан. Иймд хүн ам ялангуяа амьсгал, зүрх судасны архаг өвчтэй, жирэмсэн эмэгтэйчүүдэд агаарын чанарын индексийг таниулж [16] агаарын бохирдлын өртөлтөөс сэргийлэх чадавхитай болгох шаардлагатай байна.

Дүгнэлт. Сайжруулсан шахмал түлш хэрэглэснээс хойш Улаанбаатар хотод хүйтний улирлын агаарын найрлага дахь хийн бохирдуулагч хүхэрлэг хий, азотын давхар ислийн агууламж нэмэгдсэн, тоосонцорын агууламж буурсан байна.

Ном зүй

1. State of global air/2020. Air Pollution's Impact on Health: A Global Snapshot. <https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/documents/2020-10/soga-global-profile-factsheet.pdf>
2. Murray, C. J., Aravkin, A. Y., Zheng, P., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi-Kangevari, M., ... & Borzouei, S. (2020). Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1223-1249.
3. Brauer M, Casadei B, Harrington RA, Kovacs R, Sliwa K, Expert Group the WAP. Taking a Stand Against Air Pollution – The Impact on Cardiovascular Disease: A Joint Opinion from the World Heart Federation, American College of Cardiology, American Heart Association, and the European Society of Cardiology. *Global Heart*. 2021;16(1):8. DOI: <http://doi.org/10.5334/gh.948>
4. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/ambient-air-pollution>
5. Монгол Улсын үндэсний статистикийн хороо. (2019). Монгол Улсын статистикийн эмхэтгэл.УБ.х.790
6. Монгол улсын засгийн газрын 2017 оны 3 сарын 20-ны өдрийн тогтоол №98. Агаар, орчны бохирдлыг бууруулах үндэсний хөтөлбөр.
7. Монгол улсын засгийн газрын 2018 оны 2 сарын 28-ны өдрийн тогтоол №62. Түүхий нүүрс хэрэглэхийг хориглох тухай.
8. WHO. WHO releases country estimates on air pollution exposure and health impact. Sep, 2016.WHO
9. Зориг сан. Агаарын бохирдлын тухай товчхон. 2017 он, х.12
10. Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв, НҮБ-ын Хүүхдийн сан. Хүүхдийн эрүүл

- мэндэд агаарын бохирдлын үзүүлэх нөлөө, шийдвэрлэх арга зам. Баримтын цомог, Агаарын бохирдол хүний эрүүл мэндэд, 2018 он, х.10х
11. Статистикийн мэдээллийн сан- www.1212.mn
 12. Аллен Р.В ба бусад. “Улаанбаатар хотын агаарын бохирдол ба түүнээс үүдэлтэй нас баралтын үнэлгээ” Air Quality, Atmosphere&Health Сэтгүүл, 2013, 6 (1), х.137-150
 13. ЭМШУИС, Хот суурин газрын агаарын бохирдлын хүн амын эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийн судалгаа, 2014 он, х.8
 14. Үндэсний статистикийн хороо, Эрүүл мэндийн хөгжлийн төв. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөө. Улаанбаатар хот. 2020 он, х.18-24
 15. Насантогтох Э, Номин-эрдэнэ Л, Балжинням Б, Чулуунбилэг Б, Мандухай Г. Улаанбаатар хотын сүүлийн 6 жилийн рт10 тоосонцортой холбоотой өвчлөлийн түвшинд агаарын бохирдлыг бууруулах бодлого, хөтөлбөр нөлөөлөл, цаашдын чиг хандлагыг судалсан байдал. Улаанбаатар хот. 2020 он. <https://www.researchgate.net>
 16. Одбаатар Э, Даваагатан Т. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдол. (2018 ба 2021 оны харьцуулалт). Сурталчилгааны нийтлэл №1 (2021_01), х.2

Танилцаж, нийтлэх санал өгсөн:
Анагаахын шинжлэх ухааны доктор,
профессор Н.Сайжаа