Улаанбаатар хотын ерөнхий боловсролын сургуулиудын анги танхимын агаарын чанарын үнэлгээ

Ж.Миеэгомбо[1,2], Г.Жаргалсайхан[3], М.Нансалмаа[3], Б.Буянтүшиг[3], Г.Одмаа[3], Б.Батчимэг[3], Н.Баяржаргал[3], С.Мягмарчулуун[3], Э.Эрдэнэчимэг[3]*

[1]АШУҮИС, НЭМС,ОЭМТ
[2]АШУҮИС, НЭМХ
[3]АШУҮИС, НЭМС,ОЭМТ
[4]АШУҮИС, НЭМХ
Цахим шуудан: Miyegombo@mnums.edu.mn, Утас:99208243

Түлхүүр үг:

PM 2.5 тоосонцор
Агаарын бохирдол
Агааржуулалт
Агаарын хэм

Товч утга:

Үндэслэл: Агаарын бохирдол нь дэлхий дахинаа тулгамдаж байгаа асуудал бөгөөд хөгжиж буй орнуудын хүн ам, ялангуяа жирэмсэн эмэгтэйчүүд, хүүхдүүд, өндөр настнуудад илүүтэй нөлөөлж байдаг. Тухайлбал: Нарийн ширхэгт тоосонцор (PM2.5) нь чихрийн шижингийн II хэлбэрийн эмгэгийг үүсгэдэг бөгөөд хүүхдийн танин мэдэхүйн хөгжилд саад учруулж, сэтгэцэд нөлөөлдөг. Түүнчлэн дэлхий хэмжээнд нялхсын эндэгдлийн 20 хувь нь агаарын бохирдлоос үүдэлтэй гэж үзэж байна. **Зорилго:** Ерөнхий боловсролын сургуулийн анги танхимын дотоод орчны агаарын чанарыг үнэлж, бохирдуулагч эх үүсвэрийг судлах.**Арга, аргачлал:** Судалгааг 2022 онд агшингийн судалгааны загвараар гүйцэтгэсэн. Судалгаанд зорилтот түүврийн аргаар Улаанбаатар хотын 10 Ерөнхий боловсролын сургуулийн 69 анги танхимыг хамруулсан. **Үр дүн:** Нийт анги танхимын 59 нь ерөнхий зохиомол агааржуулалттай боловч 44 ажилладаг, 15 нь ажиллагаагүй байв. Хэмжилт хийсэн анги танхимд агаарын хэмийн дундаж агууламж 22.6°C байна. Нийт 10 сургуулиас 9 (11.%) анги танхимд агаарын хэм ЗДХ буюу 18°C-д хүрээгүй бол 51 (64%) анги танхимд агаарын хэм ЗДХ буюу 22°C-ээс хэтэрсэн байна. Судалгаанд хамрагдсан нийт анги танхимын дотоод орчинд PM2.5 тоосонцрын 8 цагийн дундаж агууламж 113.4 мкг/м^3 (хамгийн бага утга 10.8 мкг/м^3, хамгийн их утга 431.4 мкг/м^3) байв. Анги танхимын дотоод орчны агаар дахь PM2.5 тоосонцрын агууламжийг улирлаар харьцуулж үзэхэд хавар (2022 оны 4-5-р сар/) дундаж агууламж 62.3±30.8 мкг/м^3 хэмжигдсэн бол өвлийн улиралд (2022 оны 11-12 сар) 113.4±88.7 мкг/м^3 тодорхойлогдсон нь статистикийн хувьд ач холбогдол бүхий ялгаатай (p=0.0057) байв. **Дүгнэлт:** Хэмжилт хийсэн нийт анги танхимын 54 (91.5%) ангид агаар солилцооны давтамж “Сургалт-Хүмүүжлийн Байгууллагад Мөрдөх Эрүүл Ахуй. Халдвар Хамгааллын Үлгэрчилсэн Дүрэм”-д заасан хэмжээнд хүрэхгүй байна. Анги танхимын дотоод орчны PM 2.5 тоосонцрын дундаж хэмжээ хаврын улиралд хүлцэх хэмжээнээс 1.2 дахин, өвлийн улиралд 2.3 дахин их байна. Өвлийн улиралд анги танхимын нарийн ширхэгт тоосонцрын бохирдол нэмэгдэж байгаа нь тодорхойлогдлоо.

Үндэслэл: Ахуйн галлагааны зуух, автомашин, үйлдвэрлэлийн байгууламж, ой хээрийн түймэр нь агаарын бохирдлын түгээмэл эх үүсвэр болдог. Агаарын бохирдол нь дэлхий дахинаа тулгамдаж байгаа асуудал бөгөөд хөгжиж буй орнуудад амьдарч буй хүмүүс, ялангуяа эмэгтэйчүүд, хүүхдүүд, өндөр настан зэрэг эрсдэлт бүлгийнхэнд илүү нөлөөлж байдаг. Тухайлбал, нарийн ширхэгт тоосонцор (PM2.5) нь чихрийн шижингийн II хэлбэрийн эмгэгийг үүсгэдэг бөгөөд хүүхдийн танин мэдэхүйн хөгжилд

саад учруулж, сэтгэцэд нөлөөлдөг. Дэлхий хэмжээнд нялхсын эндэгдлийн 20 хувь нь агаарын бохирдлоос үүдэлтэйг судалгаанд тэмдэглэсэн байна.[1] Гадна болон дотоод орчны агаарын бохирдол нь амьсгалын замын болон бусад эртхэн тогтолцооны эмгэгийг үүсгэгч, өвчлөл, нас баралтын шалтгаан болж байгааг судлаачид онцолж байна.[2]stuffy nose (7.3% Жирэмсэн эх агаарын бохирдолд өртөхөд урагт мэдрэлийн тогтолцооны саатал, аутизм үүсэх эрсдэл нэмэгддэг болохыг олон тооны бүтээлд дурджээ.[3] Бага насны хүүхдийн бие махбодын дархлааны систем бүрэн хөгжөөгүй, амьсгалах давтамж насанд хүрэгчидтэй харьцуулахад 3-5 дахин их байдаг тул агаарын бохирдолд өртөх эрсдэл илүү өндөр байдаг.[4]

Монгол улс 2019 оны 5 дугаар сарын 15-ны өдрөөс эхлэн түүхий нүүрсийг Улаанбаатар хотод хэрэглэхийг хориглож, сайжруулсан шахмал түлшийг хэрэглэснээр агаарын бохирдол тодорхой хэмжээгээр буурсан хэдий ч дотоод орчин дахь тоосонцрын хэмжээ агаарын стандартад заасан үзүүлэлтээс хоёр дахин өндөр бөгөөд Сонгинохайрхан, Баянзүрх дүүргийн агаарын бохирдол өндөр, гэр, байшингийн агаарт нүүрстөрөгчийн дутуу исэл ДЭМБ-ын зөвлөмж хэмжээнээс 2.5 дахин их байна.[5] Сургуулийн дотоод орчны агаарын бохирдолд гадаад орчны агаарын бохирдлоос гадна анги танхимын агааржуулалт, сурагчдын тоо, сургуулийн барилгын хийц, улирлын шинж чанар зэрэг хүчин зүйлс нөлөөлж, сурагчдын эрүүл мэндэд эрсдэл учруулдаг. Сургуулийн сурагчид өдрийн 5-8 цагийг сургуулийн орчинд өнгөрөөдөг тул хүүхдийг эрүүл агаараар амьсгалах нөхцөл бүрдүүлэх нь нийгмийн эрүүл мэндийн тулгамдсан асуудал болж байна.[6] Хаврын улиралд сургуулийн анги танхимын агаар дахь PM2.5 тоосонцрын хэмжээ, агаарын хэм, харьцангуй чийглэг стандартын шаардлага хангахгүй байгааг судалгааны дүн харуулжээ.[5]

Улаанбаатар хотод PM2.5 тоосонцрын 24 цагийн дундаж агууламж зун (6-8 сарууд) 22.8±9 мкг/м^3, өвөл (12-2 сар) 147.8±61.2 мкг/м^3 байна. Автомашины ачаалал ихтэй төв замд зарим сургууль ойр байрладаг нь автомашины гаралтай агаарын бохирдолд илүүтэй өртөж, үүнээс шалтгаалан хүүхдийн амьсгалын замын эрхтэн тогтолцоонд сөргөөр нөлөөлж байна.[7] Иймд Эрүүл мэндийн сайдын 2021 оны А/349 дугаар тушаалаар батлагдсан "Орчны эрүүл мэнд" хөтөлбөр (2021-2024)-ийг хэрэгжүүлэх арга хэмжээний төлөвлөгөөний 1.2.8, 1.3.3 заалтыг тус тус үндэслэн "Ерөнхий боловсролын сургуулийн дотоод орчны агаарын бохирдлыг тодорхойлох" судалгааны ажлыг хийх шаардлагатай байна.

Зорилго: Ерөнхий боловсролын сургуулийн анги танхимын дотоод орчны агаарын чанарыг үнэлж, бохирдуулагч эх үүсвэрийг судлах

Зорилт:

1. Улаанбаатар хотын анги танхимын бичил цаг уурын үзүүлэлт (агаарын хэм, харьцангуй чийглэг, агаарын хөдөлгөөн)-ийг үнэлэх
2. Улаанбаатар хотын анги танхимын PM2.5 тоосонцрын хэмжээг тодорхойлох
3. Улаанбаатар хотын анги танхимын дотоод орчны агаарын бохирдолд нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг (ангийн ачаалал, агааржуулалт, сургуулийн гадаад орчин, ойролцоох байгууламж, улирал) судлах

Арга, аргачлал: Судалгааг 2022 оны 4-12-дугаар сарын хооронд агшингийн судалгааны загвараар хийж гүйцэтгэн, нийслэлийн ерөнхий боловсролын 10 сургуулийн 69 анги танхимыг хамруулан гүйцэтгэв. MNS 6657:2017 аргачлалын дагуу шүүлтүүр бүхий кассет, шахуургыг анги танхимын дотоод орчинд амьсгалын түвшинд 1-1.5 метрийн өндөрт байршуулан 6-8 цагийн туршид PM2.5 тоосонцрын 69 сорьцыг өвөл, 19 сорьцыг хавар цуглуулсан. PEM-2-2.5 загварын PM2.5 тоосонцрын импактороор 2 л/мин, хөнгөн цагаан Triplex cyclone- оор 1.5 л/мин хурдтайгаар тус тус тохируулан SKC XR5000 брендийн агаар соруулагч ашиглан тоосонцрын сорьцыг цуглуулав.[8] Чанарын хяналт хийх зорилгоор нийт 10 бланк (хяналтын) сорьц авсан. Бичил цаг уурын үзүүлэлтийн агаарын хэм, чийглэгийг MNS 5387:2004 стандарт аргын дагуу санах ой бүхий Австрали улсын onset брендийн HOBO UX100-003, U12-11 загварын багаж ашиглан өдрийн турш хэмжилтийг хийж гүйцэтгэсэн.[9]

Агааржуулалтын хурдыг MNS 5077:2001 стандарт аргын дагуу Америкийн нэгдсэн улсын Ex-tech үйлдвэрийн 407123 загварын багаж ашиглан шууд хэмжилт хийв.[10] Мөн сургууль, анги танхимын агаар бохирдуулагч хүчин зүйлсийн мэдээллийг тусгайлан боловсруулсан асуумжаар цуглуулав.

Судалгааны үр дүнг STATA 14.0 программыг ашиглан боловсруулалт хийв. Үзэгдлийн тархалтыг shapiro-wilk normality test ашиглан тодорхойлоход тархалт нь хэвийн бус байсан (p=0.000) бөгөөд бүлэг хоорондын дунджийн утгуудыг Wiclcoxon Rank-sum test, Kruskal-Wallis тестээр, p утгаар ач холбогдлыг үнэллээ.

Судалгааг АШУҮИС-ийн Судалгаан ёс зүйн хяналтын хорооны хурлаар 2022 оны 11 дүгээр сарын 18-ны өдрийн хурлаар хэлэлцүүлж, ёс зүйн зөвшөөрөл авч судалгааг хийж гүйцэтгэсэн (Дугаар 2022/3-10).

Үр дүн: Судалгаанд хамрагдсан нийт анги танхимд нэг цагт агаар солилцох давтамж дунджаар 0.6±1.0 (хамгийн бага утга 0.04, хамгийн их утга 5.0) байгаа нь тодорхойлогдсон. Нийт 80 анги танхимын 59 нь ерөнхий зохиомол агааржуулалттай байв. Ерөнхий зохиомол агааржуулалттай 59 анги танхимын 44 (55%) агааржуулалт ажилладаг бол 15 (19%) нь ажиллагаагүй байв. Анги танхимд нэг цагт агаар солилцох давтамж сургуулийн байршлаар ач холбогдол бүхий ялгаатай (p=0.0004) буюу хотын төвийн сургууль захын сургуультай харьцуулахад агаар солилцооны давтамж өндөр байна.

Хэмжилт хийсэн нийт 80 анги танхимд агаарын хэмийн дундаж агууламж 22.6°C байна. Нийт 10 сургуулиас 9 анги танхимд агаарын хэм ЗДХ буюу 18°C-д хүрээгүй бол 51 анги танхимд агаарын хэм ЗДХ буюу 22°C-ээс хэтэрсэн байгаа нь тодорхойлогдсон.

Судалгаанд хамрагдсан нийт анги танхимын

дотоод орчинд PM2.5 тоосонцрын 8 цагийн дундаж агууламж 113.3 мкг/м^3 (хамгийн бага утга 10.8 мкг/м^3, хамгийн их утга 431.4 мкг/м^3) байна. Хамрагдсан нийт ангийг бүлгээр авч үзвэл бага, дунд ангид PM2.5 тоосонцрын агууламж хамгийн өндөр (200.7 мкг/м^3) хэмжигдсэн ба ахлах ангид 146.4 мкг/м^3, бага ангид 107.8 мкг/м^3, дунд, ахлах ангид 93.1 мкг/м^3, бага, ахлах ангид 88.9 мкг/м^3 дунд ангид 84.2 мкг/м^3 хэмжигдсэн нь статистикийн хувьд ач холбогдол бүхий ялгаатай (p=0.0175) байв (Хүснэгт 1).

Захын дүүрэгт байршдаг болон Сүхбаатар, Сонгинохайрхан, Чингэлтэй дүүргийн сургуулийн анги танхимын агаар дахь тоосонцрын агууламж их байгаа нь тодорхойлогдсон. Түүнчлэн автомашины төв замд ойрхон байршдаг сургуулийн дотоод орчин дахь тоосонцрын агууламж өндөр байна. Цонхоор агаар сэлгэлт хийсэн ангид 107.6 мкг/м^3, цонхоор агаар сэлгэлт хийгээгүй ангид 175.2 мкг/м^3 хэмжигдсэн нь статистикийн хувьд ач холбогдол бүхий ялгаатай (p=0.034) байв (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. PM2.5 тоосонцрын агууламжийг ерөнхий боловсролын сургуулийн байршил, ангийн бүлгээр харьцуулсан байдал (мкг/м^3)

Үзүүлэлт	N	%	Дундаж	Голч утга	СХ*	ХБУ*	ХИУ*	ХА*	P утга
Анги, бүлэг									
Бага	24	34.8	107.8	86.6	82.4	10.8	360.8	50	0.01
Дунд	14	20.3	84.2	61.65	104.9	13.2	431.4		
Ахлах	8	11.6	146.4	110.9	93.6	51.3	324.1		
Бага, дунд	7	8.2	200.7	197.6	87.1	110.8	338.8		
Бага, ахлах	3	5.3	88.9	75.3	51.2	45.9	145.6		
Дунд, ахлах	13	19.8	93.1	68.6	53.8	19.8	184.7		
Ерөнхий боловсролын сургуулийн байршил									
Төвийн	23	33.3	107.9	74.3	92.6	13.2	338.8	50	0.37
Захын	46	66.7	116.3	90.2	86.7	10.8	431.4		
Дүүрэг									
Баянгол	13	18.8	81.1	74.3	46.8	17.9	178.8	50	0.10
Баянзүрх	13	18.8	81.2	80.5	52.5	13.2	166.6		
Сүхбаатар	14	20.2	133.6	108.9	98.9	54.1	431.4		
Сонгинохайрхан	15	22.0	102.8	75.3	94.9	10.8	360.8		
Чингэлтэй	14	20.2	164.2	160.3	105.6	19.8	338.7		
Цонхоор агаар сэлгэсэн эсэх									
Үгүй	6	8.7	175.2	91.0	160.3	88.2	324.1	50	0.03
Тийм	62	77.5	107.9	87.0	78.9	10.8	431.4		
Нийт	**69**	**100**	**113.4**	**85.8**	**88.2**	**10.8**	**431.4**	**50**	

Тайлбар: **СХ- Стандарт хазайлт, ХИУ-Хамгийн их утга, ХА- Хүлцэх агууламж, ХБУ Хамгийн бага утга*

Агаарын бохирдлыг үзүүлэлтэд регрессийн шинжилгээ хийж үзэхэд анги танхимд хүүхдийн тоо нэгээр нэмэгдэхэд PM2.5 тоосонцрын агууламж 0.86 мкг/м^3-ээр нэмэгдэж байв (p=0.598).

PM 2.5 тоосонцрын хувьд ангийн давхрын байршил нь хамааралгүй байна. Агаарын эзлэхүүн, халаалтын төрөл, сургуулийн орчинд хог шатаах зэрэг нь тоосонцрын бохирдлыг нэмэгдүүлж байгаа хэдий ч статистик ач холбогдолгүй байна. Анги танхимд чийгтэй цэвэрлэгээ хоногт хамгийн багадаа нэг удаа хийж хэвшвэл тоосонцрын агууламж буурч байна. Харин агаар цэвэршүүлэгч ашигладаг ангийн агаар дахь тоосонцрын агууламж ашигладаггүй ангитай харьцуулахад их ялгаатай байдал ажиглагдсангүй (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. PM2.5 тоосонцрын агууламжийг ерөнхий боловсролын сургуулийн байршил, ангийн бүлгээр харьцуулсан дүн (мкг/м^3)

Үзүүлэлтүүд	N	%	Дундаж	СХ*	Голч утга	ХБУ*	ХИУ*	ХА*	P утга
Ангийн давхар									
1 давхар	31	44.9	116.0	87.4	87.4	17.9	360.8		
2 давхар	22	31.9	110.3	91.2	91.3	13.2	431.4	50	0.88
3 давхар	12	17.4	122.4	95.0	95.0	12.5	324.1		
4 давхар	4	5.8	82.7	81.7	81.7	10.8	184.7		
Ангийн эзлэхүүн									
100-150 м^3 хүртэл	28	40.5	94.4	76.3	65.2	12.5	338.8	50	0.08
150 м^3-ээс дээш	41	59.5	126.3	94.1	96.1	10.8	431.4		
Халаалтын төрөл									
Төвлөрсөн	50	71.0	105.5	83.4	80.3	10.8	360.8		0.14
Уурын зуух	19	29.0	134.3	98.9	93.5	27.3	431.4	50	
Сургуулийн ойр орчимд ил задгай хог хаягдал шатаадаг эсэх									
Тийм	12	17.4	158.1	90.4		61.7	338.8	50	0.05
Үгүй	57	71.3	103.9	94.6		10.8	431.4		
Хичээлийн явцад дор хаяж нэг удаа чийгтэй цэвэрлэгээ хийсэн эсэх									
Тийм	63	91.3	108.2	81.9	81.9	10.8	360.8		0.18
Үгүй	6	8.7	167.0	136.7	136.7	65.3	431.4	50	
Анги танхимд агаар цэвэршүүлэгч ашигладаг эсэх									
Тийм	22	40.0	110.3	83.8	87.4	15.6	360.8		0.37
Үгүй	33	60.0	98.7	89.2	69.3	10.8	431.4	50	
Нийт	**69**	**100**	**113.4**	**85.8**	**88.2**	**10.8**	**431.4**	50	

Тайлбар: **СХ- Стандарт хазайлт, ХИУ-Хамгийн их утга, ХА- Хүлцэх агууламж, ХБУ Хамгийн бага утга*

Анги танхимын дотоод орчны агаарт PM2.5 тоосонцрын бохирдлыг улирлаар харьцуулж үзэхэд 2022 оны 4-5-р сард дундаж агууламж 62.3±30.8 мкг/м^3 хэмжигдсэн бол өвлийн улиралд тухайн ангиудад давтан хэмжилт хийхэд харьцангуй өндөр буюу 113.6±88.7 мкг/м^3 хэмжигдсэн нь статистикийн хувьд ач холбогдол бүхий ялгаатай (p=0.0057) байв (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Анги танхимын дотоод орчны агаарт PM2.5 тоосонцрын бохирдлыг улирлаар харьцуулсан дүн (мкг/м^3)

Улирал	Дүүрэг	N	Дундаж	Стандарт хазайлт	Бага утга	Их утга	P утга
2022 оны 4-5 сар	Баянгол	3	48.1	35.5	27.6	89.19	0.0057
	Баянзүрх	4	55.9	22.0	34.6	85.9	
	Сүхбаатар	4	78.6	28.7	47.1	110	
	Сонгинохайрхан	4	72.5	42.4	32.4	130.4	
	Чингэлтэй	4	52.9	30.1	36.9	98.1	
	Нийт	**19**	**62.3**	**30.8**	**27.6**	**130.4**	
2022 оны 11-12 сар	Баянгол	13	81.1	46.8	17.9	178.8	
	Баянзүрх	13	81.2	52.5	13.2	166.6	
	Сүхбаатар	14	133.6	98.9	54.1	431.4	
	Сонгинохайрхан	15	102.8	94.9	10.8	360.8	
	Чингэлтэй	14	169.6	107.8	19.8	338.8	
	Нийт	**69**	**113.4**	**88.1**	**10.8**	**431.4**	

Хэлцэмж: А.Уянга нарын 2017 онд "Сургууль, цэцэрлэгийн дотоод орчны агаарын чанарыг үнэлсэн дүн" судалгаанд нийслэлийн 16 сургуулийн 48 анги танхим хамруулан 2017 оны 3-4 сарын хооронд мэдээлэл цуглуулалт хийсэн байв. Тус судалгаагаар сургуулийн анги танхимын дотоод орчны хэмжилтийн үр дүн PM2.5 81.6±84.9 мкг/м^3, агаарын хэм 24.2^{0}C, агаарын чийглэг 36.6%, байна гэжээ.[11] Б.Энхнасны

“Улаанбаатар хотын зарим хүүхэд нарийн ширхэгтэй тоосонцорт өртөх байдлыг судалсан дүн”-ийн судалгааны ажлыг өвөл хийсэн ба төвийн болон захын 2 ерөнхий боловсролын сургуулийн судалгаанд хамруулж, дотоод орчны PM2.5-ын хэмжилт хийсэн байна. Уг судалгаагаар сургуулийн дотоод орчин дахь PM2.5 тоосонцрын дундаж хэмжээ 167 мкг/м^3 хэмжигдсэн.[12] Эдгээр судлаачдын судалгааны үр дүнтэй харьцуулахад бидний судалгааны дүн 1.3-1.5 дахин бага байгаа нь сайжруулсан шахмал түлш Улаанбаатар хотын хэмжээнд хэрэглэдэг болсонтой холбоотой байж болох юм хэмээн бид үзэж байна.

Сүжон нарын 2019 онд “Сөүлийн бага сургуулийн анги танхимын дотоод орчны нарийн ширхэгт тоосны шинж чанар, агууламж, эх үүсвэрийг тодорхойлох» хийгдсэн судалгаа нь Сөүлийн 5 сургуулийн 32 анги танхимыг хамруулсан. Сорьц цуглуулсан хугацаа, арга нь бидний судалгаатай ижил байв. Уг судалгаагаар сургуулийн анги танхимын дотоод орчны PM2.5 тоосонцрын дундаж агууламж 22.82±6.88 мкг/м^3, гадна орчны PM2.5 тоосонцрын дундаж агууламж 40.99±16.9 мкг/м^3 хэмжигдсэн байна.[13] Энэ үр дүн нь бидний судалгааны тоосонцрын үр дүнгээс 5 дахин бага байгаа нь бүс нутгийн онцлог, гадна орчны агаарын бохирдол зэргээс шууд хамаарч байна гэж бид үзэж байна.

Малайз улсад сургуулийн дотоод орчны судалгаагаар сургуулийн суурьшлын бүсэд, автозамын ойролцоо, үйлдвэр, орон сууц, тариалангийн талбайн ойролцоо зэрэг байрлалын хувьд харьцуулан судлахад сургуулийн дотоод орчны тоосонцор эх үүсвэр нь тээврийн хэрэгсэл, тариалангийн талбай, үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа болох нь тогтоогджээ.[14] Бидний судалгаагаар хотын төвд байршилтай сургуулийн дотоод орчны тоосонцрын дундаж агууламж 107.9 мкг/м^3, захын сургууль 116.3 мкг/м^3, халаалтын төрлийн хувьд төвлөрсөн халаалтай сургуульд 105.5 мкг/м^3, уурын зуухын халаалттай сургуульд 134.4 мкг/м^3 тус тус тодорхойлогдсон байна.

Дүгнэлт:

1. Хэмжилт хийсэн нийт 59 анги танхимаас 54 (91.5%) ангид агаар солилцооны давтамж “Сургалт-Хүмүүжлийн Байгууллагад Мөрдөх Эрүүл Ахуй. Халдвар Хамгаллын Үлгэрчилсэн Дүрэм”-д заасан хэмжээнд хүрэхгүй байна. Анги танхимын агааржуулалт хангалтгүй байна.
2. Өвлийн улиралд сургуулийн дотоод орчны бохирдол гадаад орчны агаарын бохирдолтой холбоотойгоор 2 дахин нэмэгдэж байна.
3. Анги танхимын дотоод орчны агаарын чанарт гадаад орчны агаарын бохирдол, автомашины төв замтай ойр байрлах, агаар шүүгчийн ашиглалт зааврын дагуу бус зэрэг хүчин зүйлс нөлөөлж байна.

Талархал: Энэхүү судалгааг хэрэгжүүлэхэд гүн туслалцаа үзүүлсэн Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллагын Монгол дахь суурин төлөөлөгчийн газар, Нийслэлийн Боловсролын Газар болон хамтран ажилласан ерөнхий боловсролын сургуулиудын удирдлага хамт олон, АШУҮИС-ийн НЭМС-ийн Орчны эрүүл мэндийн тэнхимийн хамт олонд гүн талархсанаа илэрхийлье.

Ном зүй:

1. *Programm U environment. Pollution Action Note – Data you need to know. 7 Sept 2021 Updated 30 Aug 2022. Published 2022. https://www.unep.org/interactive/air-pollution-note/*
2. *Turunen M, Toyinbo O, Putus T, Nevalainen A, Shaughnessy R, Haverinen-Shaughnessy U. Indoor environmental quality in school buildings, and the health and wellbeing of students. Int J Hyg Environ Health. 2014;217(7):733-739. doi:10.1016/j.ijheh.2014.03.002*
3. *Lam J, Sutton P, Kalkbrenner A, et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of Multiple Airborne Pollutants and Autism Spectrum Disorder. PLoS One. 2016;11(9):e0161851. doi:10.1371/journal.pone.0161851*
4. *Annesi-Maesano I, Hulin M, Lavaud F, et al. Poor air quality in classrooms related to asthma and rhinitis in primary schoolchildren of the French 6 Cities Study. Thorax. 2012;67(8):682-688. doi:10.1136/thoraxjnl-2011-200391*
5. *Д.Даваалхам. Нийгмийн Эрүүл Мэндийн Сургууль. Ерөнхий Боловсролын Сургуулийн Урагчдын Эрүүл Мэндийг Дэмжих, Хамгаалах Цогц Судалгаа.; 2022.*
6. *Rawat N, Kumar P. Interventions for improving indoor and outdoor air quality in and around schools. Sci Total Environ. 2023;858(Pt 2):159813. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.159813*
7. *Karamelo P. Total and Extractable Heavy Metals in Indoor and Street Dust in Elbasan city, Albania. Int J Sci Res. 2015;4(2):133-139. https://www.ijsr.net/archive/v4i2/SUB151042.pdf*
8. *MNS 6657 : 2017 Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл мэнд. Хөдөлмөрийн эрүүл ахуй. Ажлын байрны агаараас цулцанд нэвтэрдэг тоосны фракцын сорьц цуглуулах, шинжлэх арга. Published online 2017:10. https://www.estandard.gov.mn/standard/v/2107*
9. *MNS 5387 : 2004 Ажлын байрны агаар. Ажлын байрны агаарын температур, чийгийг хэмжих арга. Published online 2004. https://estandard.gov.mn/standard/v/5630*
10. *MNS 5077 : 2001 Ажлын байрны агаар. Ажлын байрны агаарын урсгалын хурдыг хэмжих арга. Published online 2001. https://estandard.gov.mn/standard/v/4508*
11. *А.Уянга. Улаанбаатар Хотын Ерөнхий Боловсролын Сургууль, Хүүхдийн Цэцэрлэгийн Дотоод Орчны Агаарын Чанарын Судалгаа. АШУҮИС; 2017.*
12. *Б.Энхнасан. Улаанбаатар Хотын Зарим Хүүхэд Нарийн Ширхэгтэй Тоосонцорт Өртөх Байдлыг Судалсан Дүн. 2017.*
13. *Heo S, Kim DY, Kwoun Y, Lee TJ, Jo YM. Characterization and source identification of fine dust in Seoul elementary school classrooms. J Hazard Mater. 2021;414:125531. doi:10.1016/j.jhazmat.2021.125531*
14. *Tan SY, Praveena SM, Abidin EZ, Cheema MS. Heavy metal quantification of classroom dust in school environment and its impacts on children health from Rawang (Malaysia). Environ Sci Pollut Res Int. 2018;25(34):34623-34635. doi:10.1007/s11356-018-3396-x*

Assessment of indoor air quality in classrooms of secondary high schools in Ulaanbaatar city

Miyegombo J[1,2], Jargalsaikhan G[3], Nansalmaa M[3], Buyantushig B[3], Odmaa G[3], Batchimeg B[3], Bayarjargal N[3], Myagmarchuluun S[3], Erdenechimeg E[3]*

[1]MNUMS, SPH,DEH
[2]MNUMS, IPH
[3]MNUMS, SPH
[4]MNUMS, IPH
E-mail: Miyegombo@mnums.edu.mn, Tel: +976-99208243

Background: Air pollution is a global crisis that specifically affects the population of developing countries including pregnant women, children and the elderly. For instance, fine particulate matter (PM2.5) is associated with type II diabetes, cognitive development of children and even affects mental health. In addition, it is estimated that at least 20 percent of newborn deaths worldwide are caused by air pollution.
Aim: An assessment of indoor air quality and air pollutant sources in the classrooms of secondary high schools.
Materials and Methods: We conducted this study in 2022 through the cross-sectional study design. We selected 69 classrooms of 10 secondary high schools in Ulaanbaatar city.
Results: Total of 59 classrooms had mechanical ventilation, of which 44 ventilators were operated, while 15 were non-operated. The average air temperature in the classrooms was 22.6°C. The air temperature did not reach 18°C in 9 (11%) classrooms, while in 51 (64%) classrooms it exceeded 22°C. The 8-hour average indoor concentration of PM2.5 particles in the classrooms was 113.4 μg/m^3 (minimum value 10.8 μg/m^3, maximum value 431.4 μg/m^3). In terms of season, the average concentration of indoor PM2.5 particles was 62.3±30.8 μg/m^3 in April to May while in winter (November to December) it was 113.6±88.7 μg/m^3 in 2022, which shows a statistically significant difference (p=0.0057).
Conclusion: In 54 (91.5%) classrooms, the frequency of air exchange was not met specified in "Illustrated Code of Hygiene and Infection Protection for Education and Training Institutions". The average indoor PM2.5 concentration is about 1.2 times higher than the recommended level in spring and 2.3 times higher in winter, respectively. Fine particle pollution is particularly increasing in winter time.

Keywords: Fine particles /PM 2.5/, Air pollution, Mechanic ventilation, Air temperature