



Inaktivering af luftbåren virus for UV AIR fra UVCbyEFSEN

Rapport 129118



TEKNOLOGISK
INSTITUT



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Inaktivering af luftbåren virus – MS2 bakteriofager

UV AIR

Udarbejdet for:

UVCbyEFSEN
Skovlytoften 33
2840 Holte

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Miljøteknologi

Oktober 2022

Forfatter:

Naja Villadsen,
Konsulent, ph.d.,
nvi@teknologisk.dk, +45 7220 1743

Kvalitetssikring:

Stig Koust
Forretningsleder, ph.d.,
stko@teknologisk.dk +45 7220 1151



Opgavebeskrivelse

Formålet med testen er at bestemme effektiviteten af luftrenseren til at reducere koncentrationen af luftbåren virus ved brug af aktive aerosoliserede MS2-bakteriofager. Metoden til test er en modificeret udgave af standardmetoden ISO 16000-36: 2018. Den testede luftrenser er UV AIR fra Efsen, der er baseret på en UV-C renseteknologi.

MS2-bakteriofager vælges som virussurrogat da det er en anerkendt RNA-baseret og ikke-kapbebærende modelvirus, der er robust nok til at overleve aerosolisering og luftprøvetagning. Testen er designet til at imitere størrelsen og typen af de virusbærende aerosoler ("mikroskopiske partikler" bestående af virus og væske), som kan være i luften, fra f.eks. tale og spyt.

Konklusion

Reduktionsraten for aktiv MS2 målt med UV Air er efter 30 minutter 99% i forhold til referencen. Desuden blev der målt en halveringstid på 3 minutter for luftrenseren, mod en halveringstid på 12 minutter for det naturlige henfald. Reduktionsraten beregnes som beskrevet i ISO 16000-36: 2018, afsnit 8.3.

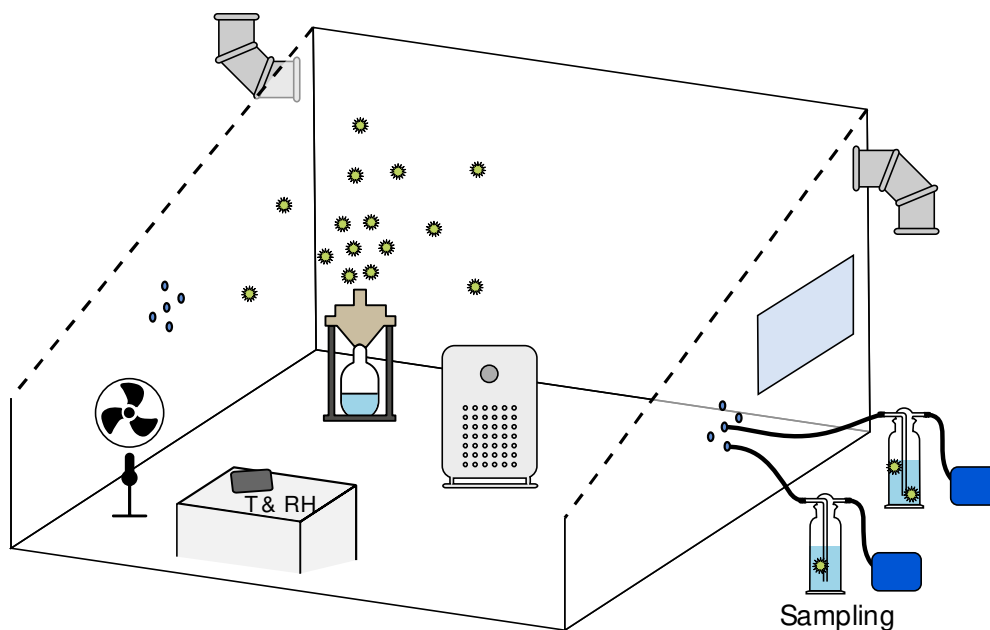
Halveringstid reference	Halveringstid produkt	30 minutters reduktionsrate
12 minutter	3 minutter	99,3 ± 0,4 %



Metodebeskrivelse

Formålet med denne test er at bestemme luftrensersens evne til at fjerne eller inaktivere MS2-bakteriofager, som er aerosoliseret ("forstøvet") i et testkammer. For at bestemme luftrensersens effektivitet sammenlignes det naturlige henfald af MS2 med henfaldet under påvirkning af luftrensersens. Den naturlige henfaldshastighed for aktiv aerosoliseret MS2 bestemmes ved prøveudtagning af luften i testkammeret over en periode på 30 minutter.

Rumfanget på det anvendte testkammer er 20 m³. Kammeret har en inaktiv teflon-belægning for kemisk resistens og nem rengøring. Rummet er lufttæt, og der anvendes en gulventilator i rummet for at opblande luften og sikre en homogen koncentration af virus-aerosoler. Aerosolen genereres i testkammeret ved hjælp af en forstøver (Nebulizer, Palas AGK 2000). Luftrensersens er placeret midt i rummet. Se opsætningen i Figur 1 og Figur 2.



Figur 1: Skematisk oversigt over testopstillingen.

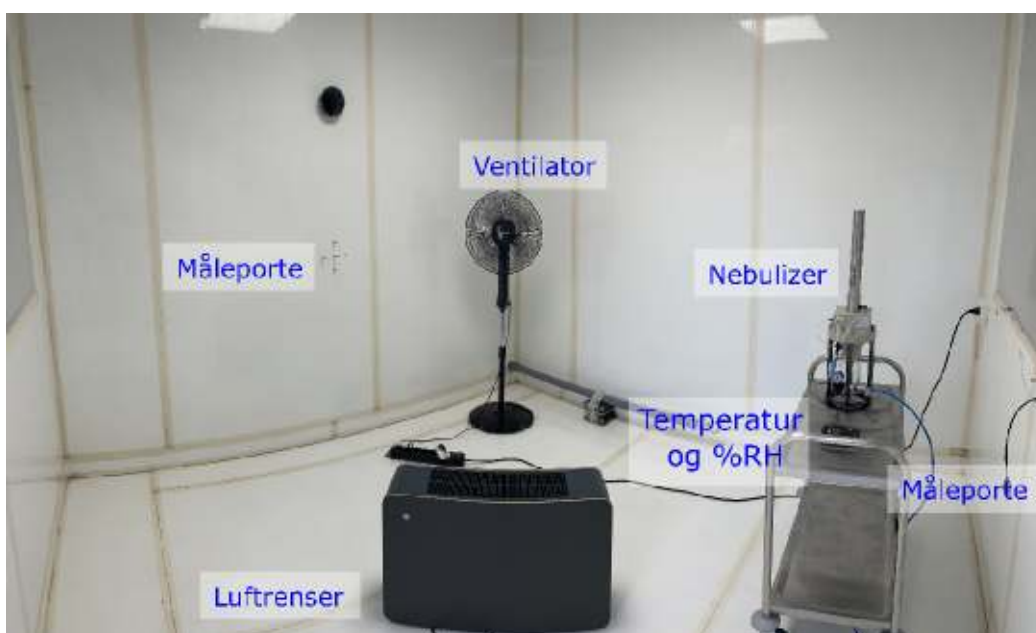
Rummet blev rengjort grundigt og ventileret kraftigt med ren luft forud før testen.

Den relative fugtighed i testkammeret var $56 \pm 8\%$ RH og temperaturen $22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ under testen.

Prøveudtagningen fra luften udførtes gennem 6 mm rustfrit stålør i sidevæggen af testkammeret ved hjælp af GilAir plus pumpe ved 4,0 l/min. Lige inden luftrensersens blev tændt blev der udtaget tre luftprøver samtidigt ("triplikat"). Efter Luftrensersens blev tændt, blev der løbende udtaget prøver med et tidsinterval på 3 minutter og 45 sekunder over en periode på 30 minutter.



I alt blev der udtaget 20 L luft pr. prøve i en vaskeflaske med 60 ml opsamlingsvæske (SM-buffer). Tidspunktet for start af prøveudtagning var: -5:00, 0:00, 3:45, 07:30, 11:15, 15:00, 18:45, 22:30, 26:15 og 30:00 minutter efter at luftrensere blev tændt. Starten af den første prøve (t = -5:00 minutter) var mindre end et minut, efter at forstøveren var stoppet. Hver prøveudtagning tog cirka 5 minutter.



Figur 2: Billede af testopstilling

Proceduren for testen var følgende:

1. Forberedelse af MS2 suspension
 - a. En suspension indeholdende MS2 i SM-buffer blev forberedt og koncentrationen bestemt.
2. En baggrundsmåling af koncentrationen af aktiv MS2 blev foretaget før MS2 blev introduceret til testkammeret.
3. Referencemålingen af det naturlige henfald:
 - a. Udførtes *uden* luftrenseren tændt. Forstøveren aerosoliserede aktiv MS2 ud i testkammeret ved et tryk på 2 bar i en periode på 20 minutter. Herefter blev forstøveren slukket.
 - b. Prøvetagning af MS2 i luften blev udtaget til -5:00 (lige efter forstøveren blev slukket), 0:00, 3:45, 07:30, 11:15, 15:00, 18:45, 22:30, 26:15 og 30:00 minutter efter start af referenceperiode.
4. Efter afslutningen af referencemålingen blev testkammeret grundigt ventileret.
5. Måling af henfald med luftreenser tændt:



- a. Forstøveren aerosoliserede aktiv MS2 ud i testkammeret ved et tryk på 2 bar i en periode på 20 minutter. Herefter blev forstøveren slukket og luftrenseren tændt.
 - b. Prøvetagning af MS2 i luften blev udtaget til tiderne -5:00, 0:00, 3:45, 07:30, 11:15, 15:00, 18:45, 22:30, 26:15 og 30:00 minutter efter at luftrenserne blev tændt.
6. Koncentrationen af aktiv MS2 i de opsamlede prøver blev evalueret for hver prøve ved fortyndingsrækker med inkubation i en frisk kultur af værtsbakterie, kultivering og optælling af "plaque-forming units" (PFU, plakdannende enheder)

Testen blev udført i perioden 9. september til 23. september 2022.

Ekperimentelle betingelser for luftrenser-testen

Testorganisme	MS-2 bakteriofag, ATCC 15597-B1
Værtsorganisme for MS2	<i>Escherichia coli</i> , ATCC 15597
Vækstbetingelser for optælling af PFU:	Coliform agar ved 37±2°C i 18-24 timer
Vækstbetingelser for værtsorganisme	Først på TSA-plader, dernæst i TSB ved 250 rpm ved 37±2°C i 20-24 timer
Opsamlings- og fortyndingsbuffer:	SM-buffer
Prøvevolumen (SM-buffer)	60 ml per flaske
Testsuspension brugt til aerosolisering:	SM-buffer med 8·10 ¹⁰ PFU/ml



Resultater

Koncentrationen af aktiv MS2, udtrykt som PFU/m³, er vist i Tabel 1 og i Figur 3. Baggrundskoncentrationen er målt forud for første forstøvning af MS2.

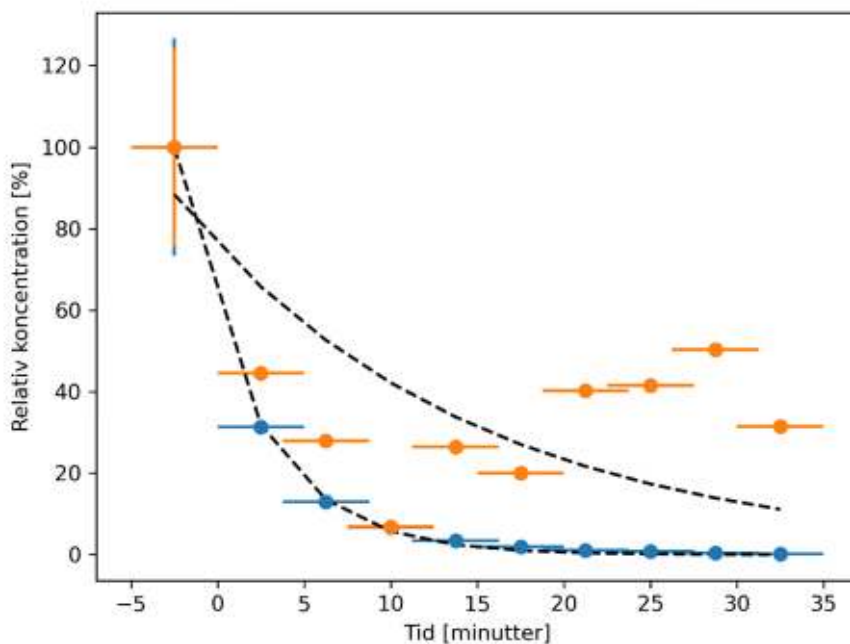
Luftrensersens kapacitet til at reducere aktiv MS2 beregnes på baggrund af forskellen i relativ koncentration ved individuelle prøveudtagningspunkter som specificeret i ISO 16000-36: 2018.

Den procentvise reduktion beregnes som den relative forskel i MS2-koncentration over tid for produkttesten og referenceeksperimentet (naturligt henfald). MS2-koncentrationen lige efter forstøvningen er defineret som indeks 100% (figur 3).

Tabel 1: Koncentration af aktiv MS2 bestemt for det naturlige henfald (referencetest) og produkttesten (luftrensere). Koncentrationen før luftrenseren tændes er udregnet som gennemsnit af luftprøverne udtaget som triplikater og dertilhørende spredning på det udregnede gennemsnit. De resterende punkter er de rene måleresultater.

Start tid [minutter]	Baggrund [PFU/m ³]	Referencetest [PFU/m ³]	Produkttest [PFU/m ³]	Reduktion [%]
Før test (-5:00)	$5,1 \cdot 10^4$	$4,9 \pm 1,2 \cdot 10^7$	$3,2 \pm 0,9 \cdot 10^7$	
0:00		$2,2 \cdot 10^7$	$1,0 \cdot 10^7$	29 ± 20
3:45		$1,4 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^6$	53 ± 20
7:30		$3,4 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^6$	*
11:15		$1,3 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^6$	87 ± 6
15:00		$9,9 \cdot 10^6$	$6,1 \cdot 10^5$	90 ± 6
18:45		$2,0 \cdot 10^7$	$3,2 \cdot 10^5$	$97,5 \pm 0,5$
22:30		$2,1 \cdot 10^7$	$2,8 \cdot 10^5$	$97,9 \pm 0,4$
26:15		$2,5 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^5$	$99,2 \pm 0,4$
30:00		$1,6 \cdot 10^7$	$6,9 \cdot 10^4$	$99,3 \pm 0,4$

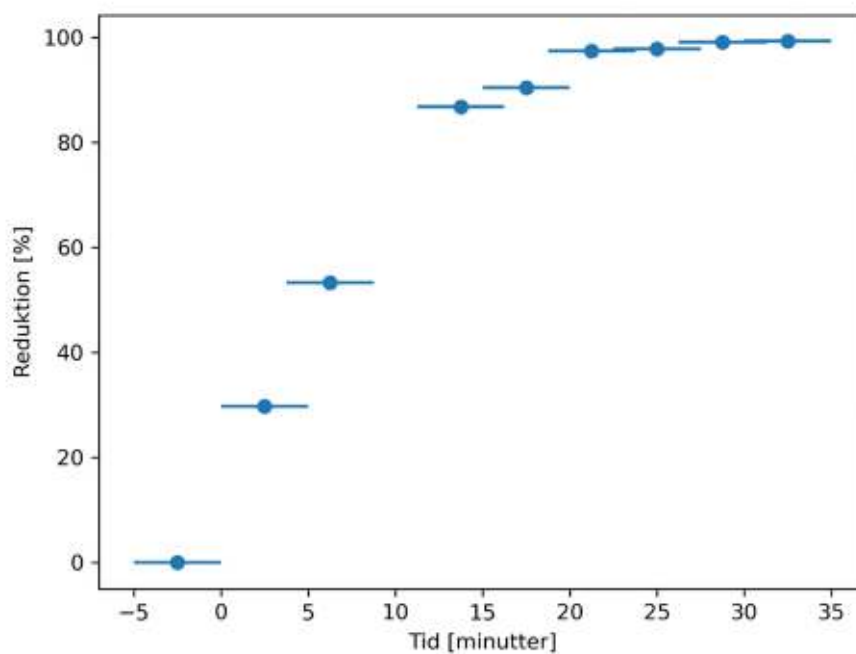
* punktet er fjernet da det var urealistisk lavt



Figur 3: Relativ koncentration af aktiv MS2 over tid for testen med luftrensere tændt og for referencen. De blå punkter er målt med luftrenseren tændt, de orange punkter er fra referenceforsøget. De vandrette linjer markerer i hvilken periode opsamlingen er foretaget. De lodrette linjer for de første punkter viser spredningen af triplikaterne. Den relative koncentration er for begge forsøg defineret som 100% lige efter forstøvning af virus.

Tabel 1 Resultater for reduktionen over tid. Halveringstiderne er beregnet under antagelse af et eksponentielt henfald.

Halveringstid reference	Halveringstid produkt
12 minutter	3 minutter



Figur 4: Procentvis reduktion af aktiv MS2 over tid for testen med luftrensere tændt i forhold til referencen. Bemærk, at et punkt med starttid til 7:30 er taget ud da det var urealistisk lavt. De vandrette linjer markerer i hvilken periode opsamlingen er foretaget.



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**