

Bericht-Nr. 933322

Deaktivierung aerosolisierter Viren: Bakteriophagen MS2

Jimco MAC500



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**

Deaktivierung aerosolisierter Viren: Bakteriophagen MS2

Jimco MAC500

Vorbereitet für:

Jimco A/S
Mjølbyvej 7
DK-5900 Rudkøbing

Vorbereitet von:

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Bio- und Umwelttechnologie

September 2020

Autor: Dr. Casper Laur Byg, Spezialist,
+45 7220 1929, cby@teknologisk.dk

**Bioengineering and
Environmental Technology**
Life Science, Danish Technological Institute
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C, Denmark



Zusammenfassung

Mit diesem Test soll unter Anwendung eines abgeänderten Verfahrens gemäß ISO 16000-36:2018 der Wirkungsgrad des Luftreinigers zur Reduktion der Konzentration aktiver aerosolierter Bakteriophagen MS2 festgestellt werden. Bei dem getesteten Luftreiniger handelt es sich um einen Jimco MAC500.

Die signifikante und anhaltende Differenz zwischen dem Test zum natürlichen Abbau und dem Produkttest zeigt klar eine Reduktion der Konzentration aktiver und luftgetragener MS2, die durch den Luftreiniger verursacht wird.

Der gemessene Abbau der Konzentration aktiver MS2 während der Tests wird einem natürlichen Abbau des Aerosols sowie dem Luftreiniger zugeschrieben. Die festgestellte Zuschreibung zum Luftreiniger entspricht einer log-Reduktion von 0,73–1,2 (Basis 10) pro Stunde in einem 20 m³ großen Raum.

Laut Kowalski* und Walkert† ist der Bakteriophage MS2 weniger anfällig für UV-Strahlen als das umhüllte Virus, Vaccinia-Virus. Daher entspricht der indizierte Wirkungsgrad des getesteten UV-C-Geräts MAC500 zum Abbau des Bakteriophagen MS2 zumindest dem Wirkungsgrad beim umhüllten Vaccinia-Virus. Der Wirkungsgrad beim Vaccinia-Virus lässt einen Wirksamkeitsanspruch bei allen umhüllten Viren (z. B. MERS-CoV, SARS-CoV-1 und SARS-CoV-2) gemäß DS/EN 14885:2018 zu.

* Kowalski W. Ultraviolet Germicidal irradiation Handbook. Springer 2009

† Walker und Ko, ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY/VOL. 41, NO. 15, 2007



Methode und Materialien

Mit diesem Test soll die Deaktivierungswirkung des Luftreinigers bei in einer Prüfkammer aerosolisierten Bakteriophagen MS2 getestet werden. Die natürliche Abbaurate der Konzentration aktiver aerosolisierten MS2 wird durch Luftprobenentnahme in der Kammer während eines 2-stündigen Zeitraums bestimmt. Die erweiterte Abbaurate aufgrund des Luftreinigers wird auf ähnliche Weise bestimmt.

Die verwendete Kammer hat ein Volumen von 20 m³ und ist mit einer inerten FEP-Beschichtung für chemische Beständigkeit und einfache Reinigung versehen. Der Raum ist luftdicht. Im Raum befindet sich ein Umluftgebläse, das die Luft umwälzt und eine homogene Aerosolkonzentration sicherstellt. Das Aerosol wird im Raum durch einen Zerstäuber (Palas AGK 2000) erzeugt. Der Luftreiniger wird auf einem Edelstahltisch in der Mitte des Raums in einer Höhe von ca. 100 cm aufgestellt. Siehe Aufbau in Abbildung 1.

Der Raum wird mit einem 10-ppm-Ozonsystem gereinigt. Vor dem Test wird er über 48 Stunden mit sauberer Luft eingehend belüftet. Der Luftreiniger wird mehr als 24 Stunden vor dem Test eingeschaltet. Es wird ein leichter Überdruck angelegt, um den Raum rein zu halten und die Bildung von Ozon durch das Gerät zu reduzieren. Die Ozonkonzentration vor dem Test und während des Tests lag unter dem Grenzwert für Gesundheitsbelastungen von 0,1 ppm.

Die relative Luftfeuchtigkeit wurde auf 60 +/- 5 % RH und die Temperatur auf 22,5 °C +/- 0,5 °C eingestellt.

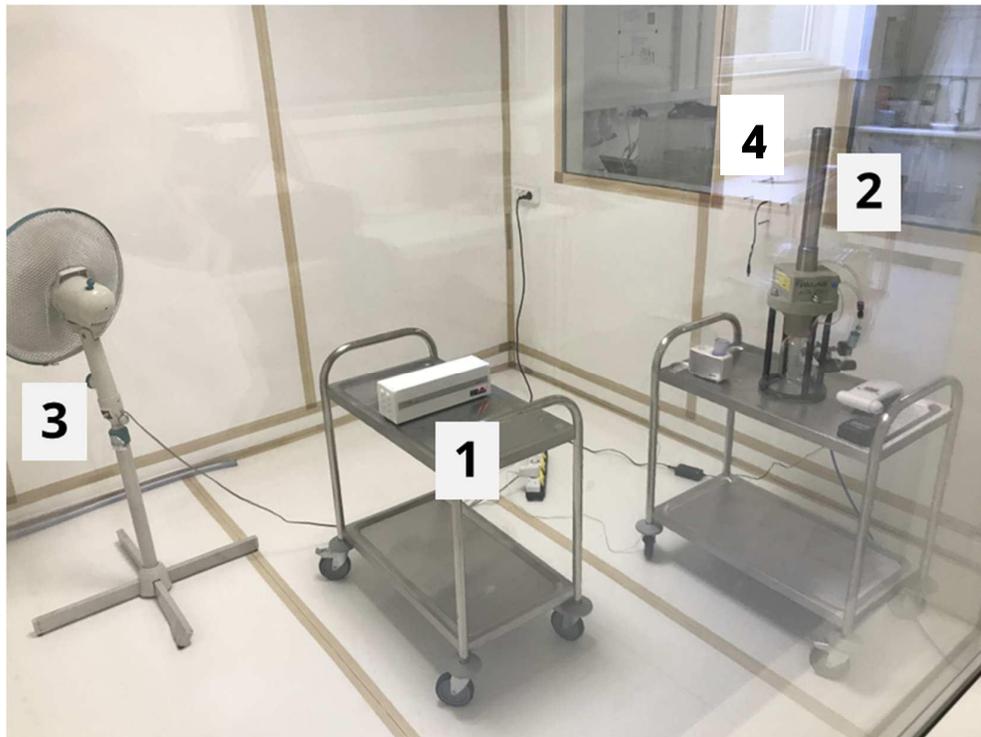


Abbildung 1: Prüfkammer. 1: Luftreiniger MAC500. 2: Zerstäuber (PALAS AGK 2000). 3: Umluftgebläse. 4: Probenentnahmeanschluss

Die Luftprobenentnahme erfolgt durch ein 6-mm-Edelstahlrohr in der Seitenwand des Raums mithilfe einer GilAir plus-Pumpe bei 4 l/min. Insgesamt 20 l werden pro Probe in einen Impinger mit 60-ml-SM-Puffer extrahiert. Die Probenentnahme erfolgt zu folgenden Zeitpunkten: 0, 15, 30, 60, 120 Minuten nach Beendigung der Aerosolisierung. Der Beginn der ersten Probe (t = 0 Minuten) erfolgt weniger als eine Minute, nachdem der Zerstäuber gestoppt wurde.

Verfahren:

1. Eine Suspension des MS2 im SM-Puffer wird zubereitet und die Konzentration wird bestimmt.
2. Vor dem Test und der Injektion des Aerosols wird eine Hintergrundprobe genommen.
3. Der Luftreiniger läuft während der Injektion des Aerosol-haltigen MS2 basierend auf einer Suspension von $8 \cdot 10^9$ PFU*/ml. Der Zerstäuber Palas arbeitet insgesamt 15 Minuten lang bei einem Druck von 3,2 bar.
4. Die Probenentnahme wird gemäß dem Zeitplan durchgeführt.
5. Nach dem 2-stündigen Test bei eingeschaltetem Luftreiniger wird das Gerät ausgeschaltet und der Raum wird 40 Minuten lang mit reiner Luft gespült. Die Partikelanzahl wird geprüft, um sicherzustellen, dass sie sich auf das Hintergrundniveau reduziert hat.



6. Ein Referenztest des natürlichen Abbaus wird unter Anwendung des gleichen Verfahrens wie beim oben beschriebenen Test, jedoch ohne Einschalten des Luftreinigers, durchgeführt.
7. Die Probenentnahme wird gemäß dem Zeitplan durchgeführt.
8. Die Konzentration des aktiven MS2 wird bei jeder Probe bewertet. Dazu werden Lösungsreihen mit einer frischen Kultur des Wirtsbakteriums gemischt, kultiviert und der PFU-Wert wird nach der Inkubation ausgezählt.

Das Testdatum ist der 23.9.2020, die Platten werden am 24.9. und 25.9.2020 gezählt.

*PFU sind die Plaques-bildenden Einheiten

Mikrobiologische Testparameter:

Testorganismus:	Bakteriophage MS2, ATCC 15597-B1
Wirtsorganismus:	<i>Escherichia coli</i> , ATCC 15597
Wachstumsbedingungen:	Coliform-Top-Agar bei 37±1 °C, 48 Stunden lang
Probenentnahme und Verdünnungslösung:	SM-Puffer



Ergebnisse

Die Konzentration des aktiven MS2 ausgedrückt als PFU/m³ wird in Tabelle 1 und im Diagramm in Abbildung 2 dargestellt. Der Raumhintergrund wird vor der ersten Injektion der Aerosole gemessen.

Zeit	Natürlicher Abbau	Produkttest
Minuten	PFU/m ³	PFU/m ³
Hintergrund		0
0	6,85E+06	3,86E+06
15	4,22E+06	1,21E+06
30	5,46E+05	1,77E+05
60	9,64E+04	3,22E+03
120	6,07E+03	*

Tabelle 1: Die Konzentration des aktiven MS2 (PFU/m³) für den natürlichen Abbau und den Produkttest. *Die Produkttestprobe bei 120 Minuten liegt unter der Nachweisgrenze, die als 1,5E+03 PFU/m³ bestimmt wird.

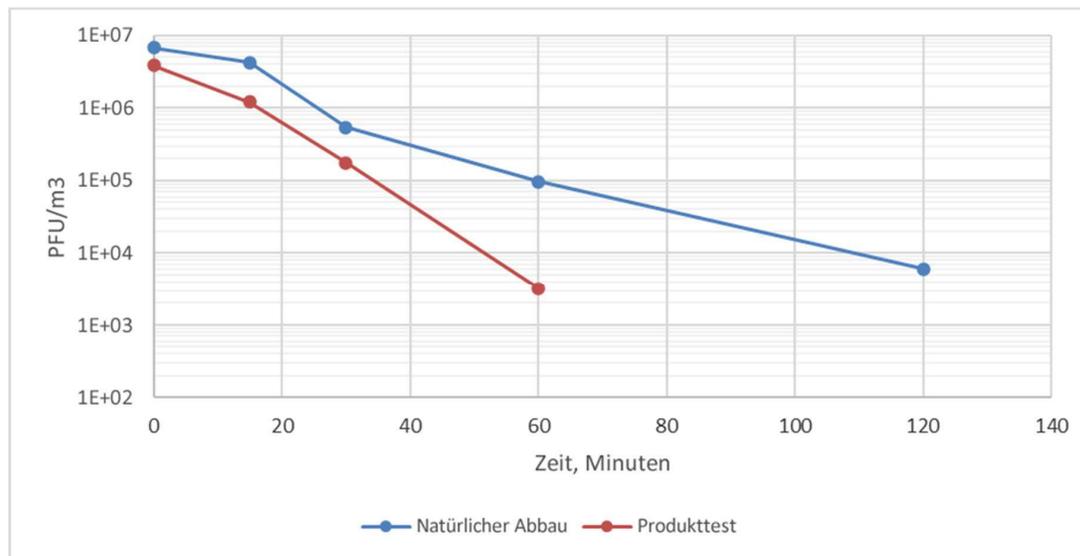


Abbildung 2: Die Konzentration des aktiven MS2 für den natürlichen Abbau und für den Produkttest



Die Zuschreibung des Luftreinigers zum Konzentrationsabbau des MS2 insgesamt wird durch die Differenz der Abbaukonstanten (k) zur exponentiellen Anpassung sowohl beim natürlichen Abbau als auch beim Abbau im Rahmen des Produkttests berechnet:

$$\text{Active MS2 [PFU/m}^3] = a \cdot \exp[-k \cdot \text{time}]$$

Die Abbaukonstanten werden in den Anpassungen in Abbildung 3 dargestellt und in Tabelle 2 zusammengefasst. Die Punkte bei 120 Minuten wurden aufgrund größerer Unsicherheiten in der Nähe der Nachweisgrenze entfernt. Die Produktzuschreibung wird durch Subtrahieren der Abbaukonstanten des Produkttests und des natürlichen Abbaus berechnet.

Tabelle 2: Abbaukonstante und entsprechende Halbwertszeit und log-Reduktion (Basis 10) pro Stunde.

	Abbaukonstante, min ⁻¹	Halbwertszeit, min	Log-Reduktion pro Stunde
Natürlicher Abbau	0,075	9,24	1,95
Produkttest	0,121	5,73	3,15
Produktzuschreibung	0,046	15,07	1,20

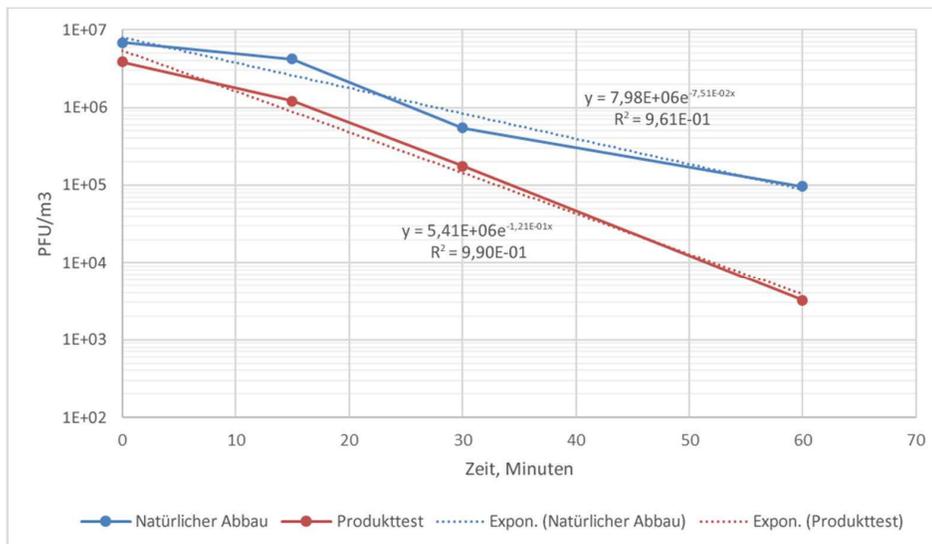


Abbildung 3: Anpassung für Abbau der Konzentration des aktiven MS2



Erörterung

Der durchgeführte Test ist so konzipiert, dass er eine direkte Bewertung der Wirkung des Luftreinigers auf die Konzentration aerosolierter und aktiver Bakteriophagen MS2 ermöglicht. Die signifikante und anhaltende Differenz zwischen dem Test zum natürlichen Abbau und dem Produkttest zeigt klar eine Reduktion der Konzentration aktiver MS2, die durch den Luftreiniger verursacht wird.

Es wurde nur ein Test durchgeführt, sodass die Unsicherheit nicht berechnet werden kann. Die unterschiedlichen Zeitpunkte der Probenentnahme erlauben jedoch eine Bewertung der Variabilität. Wenn der Zeitpunkt der Probenentnahme bei 60 Minuten aus dem Datensatz für den Produkttest (der der Nachweisgrenze am nächsten liegt und somit am unsichersten ist) entfernt wird, ergibt die Produktzuschreibung eine log-Reduktion von 0,73 pro Stunde. Deshalb fällt die Produktzuschreibung zur Deaktivierung von MS2 wahrscheinlich in das Intervall einer log-Reduktion von 0,73–1,2 pro Stunde.

Es sollte erwähnt werden, dass die Produktzuschreibung zur Reduktion durch die Deaktivierung von MS2 verursacht wird, während der natürliche Abbau hauptsächlich durch den Fallout des MS2-haltigen Aerosols auf den Oberflächen in der Kammer verursacht wird.



Das exponentielle Reduktionsmodell und Anfälligkeit des Virus für UV-Strahlen

Die Reduktionsrate der Konzentration aerosolierter und aktiver MS2 wird mit log-Reduktionen von 0,73–1,2 pro Stunde ermittelt. Der Mittelwert dieser Punkte ergibt log-Reduktionen von 0,97 pro Stunde (in der Prüfkammer mit einem Volumen von 20 m³). Laut Kowalski W. (Ultraviolet Germicidal irradiation Handbook, Springer 2009) erstreckt sich die Anfälligkeit verschiedener Virenarten für UV-Strahlen auf ungefähr eine Größenordnung und MS2 erreicht unter den Getesteten mit den niedrigsten Wert. Die theoretischen Reduktionsraten des Luftreinigers werden für steigende Anfälligkeiten für UV-Strahlen in Tabelle 3 berechnet und in Abbildung 4 dargestellt.

Zeit, Minuten	15	30	45	60	75	90	105	120
MS2-Anfälligkeit: 0,97 log/Stunde								
Reduktion, %	42,6	67,1	81,1	89,2	93,8	96,4	98,0	98,8
Log-Reduktion	0,24	0,48	0,72	0,97	1,21	1,45	1,69	1,93
3 Mal anfälliger als MS2: 2,9 log/Stunde								
Reduktion, %	81,1	96,4	99,3	99,9	99,976	99,995	99,999	99,9998
Log-Reduktion	0,72	1,45	2,17	2,90	3,62	4,34	5,07	5,79
5 Mal anfälliger als MS2: 4,8 log/Stunde								
Reduktion, %	93,8	99,6	99,976	99,999	99,9999	100	100	100
Log-Reduktion	1,21	2,41	3,62	4,83	6,03	7,24	8,44	9,65

Tabelle 3: Reduktionsraten im zeitlichen Verlauf und für verschiedene Anfälligkeiten für UV-Strahlen.

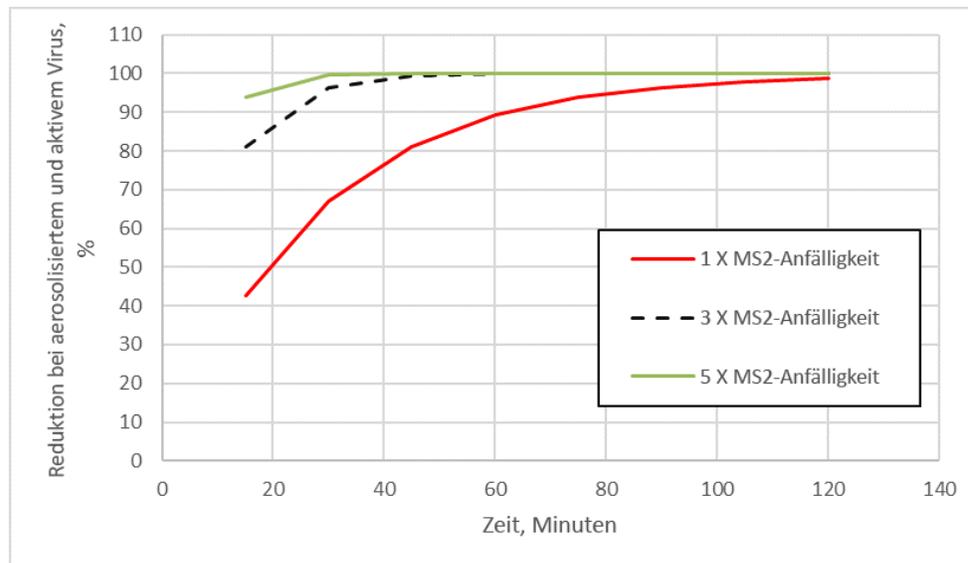


Abbildung 4: Reduktionsrate im zeitlichen Verlauf und für verschiedene Anfälligkeiten für UV-Strahlen.



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**

Jimco A/S
Mjølbyvej 7
DK-5900 Rudkøbing

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Denmark
Phone +45 72 20 20 00
info@dti.dk
www.dti.dk

5. Oktober 2020

Test- und Bewertungserklärung

Das Danish Technological Institute hat Tests durchgeführt, um die Effizienz des Jimco MAC500 Luftreinigers auf die Inaktivierung von Vira zu überprüfen.

Der Luftreiniger war während des Tests in einem 20 m³ großen versiegelten Raum installiert. Die Effizienz des Luftreinigers wurde unter Verwendung von MS2-Bakteriophagen (ATCC 15597-B1) auf Wirt-Escherichia coli (ATCC 15597) als Virussurrogat getestet. Die Inaktivierungsrate des MS2 Aerosols wurde als Differenz zwischen der natürlichen Inaktivierungsrate und der Inaktivierungsrate bestimmt, die während der Verwendung des Luftreinigers Jimco MAC500 gemessen wurde.

Diese Inaktivierungsraten wurden durch Probenahmen der Luft in der Kammer über einen Zeitraum von 2 Stunden bestimmt. Der signifikante und konsistente Unterschied zwischen dem natürlichen Inaktivierungstest ohne Luftreiniger und dem Test mit Luftreiniger zeigt deutlich eine Verringerung der Konzentration von luftgetragenen und aktivem MS2 bei Verwendung des Luftreinigers.

Basierend auf den gemessenen Werten für die Inaktivierungseffizienz des MAC500 wurde die Reduktion in % und log berechnet und in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Produktzuordnung	1 hour	2 hours	3 hours
Reduktion, %	89% ± 8%	99% ± 2,3%	99,9 ± 0,5%
Log-Reduktion (Basis 10)	0,97 ± 0.24	1,93 ± 0,47	2,9 ± 0,71

Die vollständigen Testprozeduren sowie alle Ergebnisse sind im Bericht Nr. 933322 zu finden.

According to Kowalski* and Walkert† the UV-susceptibility for bacteriophage MS2 is lower than the UV-susceptibility for the enveloped virus, vaccinia virus. Hence, the indicated efficacy of the tested MAC500 UV-C device to degrade the bacteriophage MS2 will be at least similar to the efficacy against enveloped vaccinia virus. Efficacy against vaccinia virus allows for a claim for efficacy against all enveloped viruses (e.g. MERS-CoV, SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2) according to DS/EN 14885:2018.

* Kowalski W. Ultraviolet Germicidal irradiation Handbook. Springer 2009

† Walker and Ko, ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY / VOL. 41, NO. 15, 2007

Mit freundlichen Grüßen,

Casper Laur Byg, PhD
Bioengineering and Environmental Technology
Life Science, Danish Technological Institute
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C, Denmark
Danish Technological Institute



Jimco A/S
Mjølbymvej 7
DK-5900 Rudkøbing

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Denmark
Phone +45 72 20 20 00
info@dti.dk
www.dti.dk

5 października 2020 r.

Oświadczenie dotyczące przeprowadzenia testu i oceny

Danish Technological Institute przeprowadził testy skuteczności urządzenia do oczyszczania powietrza Jimco MAC500 pod kątem inaktywacji wirusa.

Test został przeprowadzony w pomieszczeniu hermetycznym o powierzchni 20 m³, gdzie zainstalowano jednostkę. Skuteczność urządzenia do oczyszczania powietrza przetestowano przy użyciu bakteriofagów MS2 (ATCC 15597-B1) na żywicielu *Escherichia coli* (ATCC 15597) pełniącym rolę odpowiednika wirusa. Tempo inaktywacji MS2 w postaci aerozolu przedstawiono w formie różnicy między naturalnym tempem inaktywacji a tempem inaktywacji zmierzonym podczas stosowania urządzenia do oczyszczania powietrza Jimco MAC500. Tempa inaktywacji zostały określone po pobraniu próbek powietrza z komory w ciągu 2 godzin. Istotna i logiczna różnica między testem naturalnego rozpadu a testem produktu wyraźnie wykazuje redukcję stężenia unoszącego się w powietrzu aktywnego MS2 spowodowaną użyciem urządzenia do oczyszczania powietrza.

W oparciu o zmierzoną skuteczność inaktywacji MAC500, obliczono redukcję odsetka (%) i logarytmiczne wskaźniki redukcji, które przedstawiono w poniższej tabeli:

Atrybucja produktu	1 godz.	2 godz.	3 godz.
Redukcja, %	89% ± 8%	99% ± 2,3%	99,9 ± 0,5%
Logarytmiczny wskaźnik redukcji (podstawa operacji potęgowania 10)	0,97 ± 0,24	1,93 ± 0,47	2,9 ± 0,71

Kompletne procedury testowe zostały przedstawione w raporcie nr 933322.

According to Kowalski* and Walkert† the UV-susceptibility for bacteriophage MS2 is lower than the UV-susceptibility for the enveloped virus, vaccinia virus. Hence, the indicated efficacy of the tested MAC500 UV-C device to degrade the bacteriophage MS2 will be at least similar to the efficacy against enveloped vaccinia virus. Efficacy against vaccinia virus allows for a claim for efficacy against all enveloped viruses (e.g. MERS-CoV, SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2) according to DS/EN 14885:2018.

* Kowalski W. Ultraviolet Germicidal irradiation Handbook. Springer 2009

† Walker and Ko, ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY / VOL. 41, NO. 15, 2007

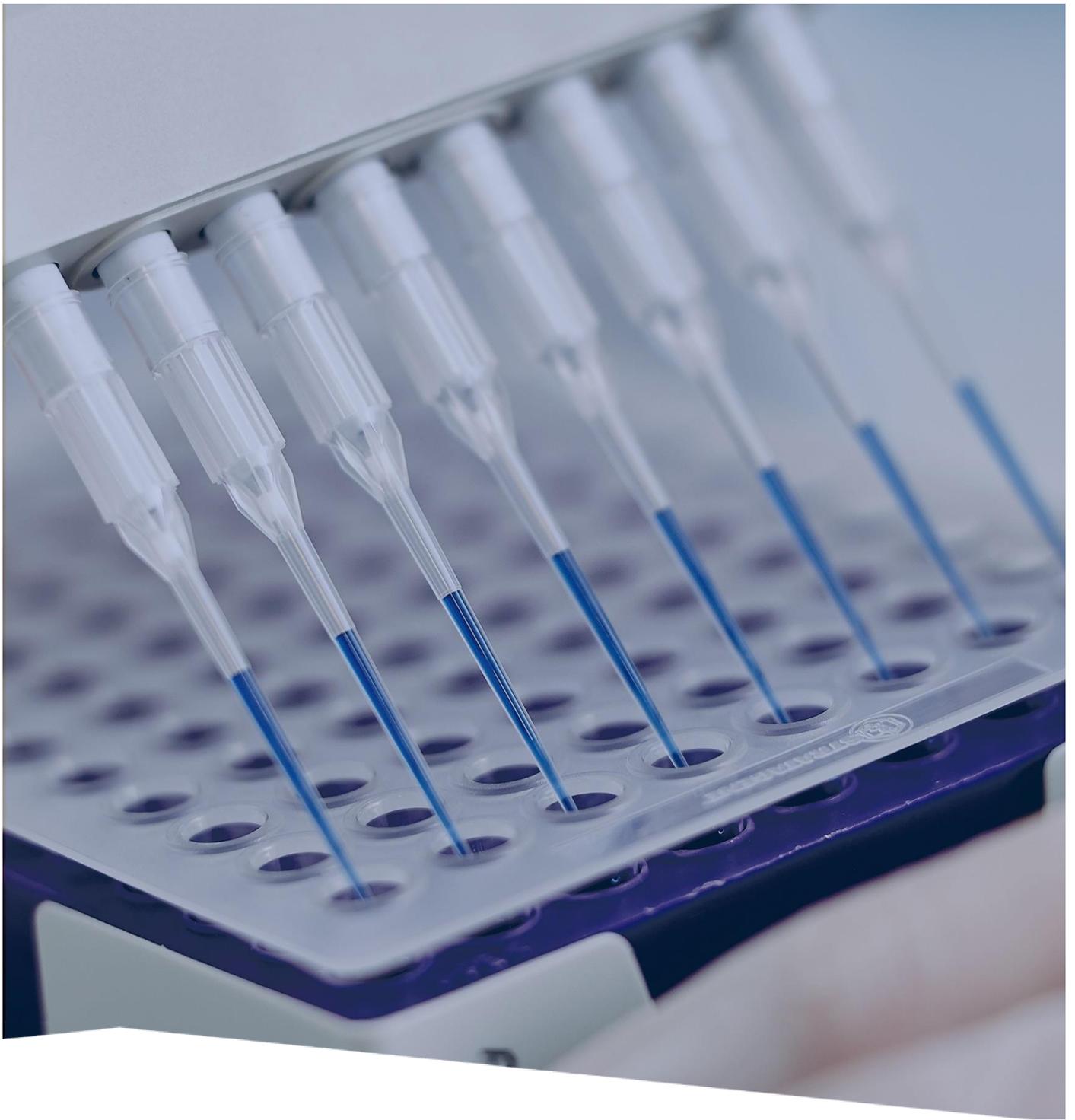
Best regards,

Casper Laur Byg, PhD specialist
Bioengineering and Environmental Technology
Danish Technological Institute


Bioengineering and Environmental Technology
Danish Technological Institute
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C, Denmark



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**



Bericht Nr. 959809

Modellierter theoretischer Effekt von Virus-UV-Suszeptibilität und Raumgröße

Jimco MAC500



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Modellierter theoretischer Effekt von Virus-UV-Suszeptibilität und Raum- größe

Jimco MAC500

Erstellt für:

Jimco A/S
Mjølbyvej 7
DK-5900 Rudkøbing

Ausgeführt von:

Danish Technological Institute
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Bio- og Miljøteknologi

Dezember, 2020

*Bioengineering and
Environmental Technology*
Prof. Casper Bruun Byg, PhD, Specialist,
Environmental Technology
Life Science Department
Danish Technological Institute
Kongsvang Alle 29
8000 Aarhus C, Denmark

Modellberechnungen

Der Zweck dieses Berichts besteht darin, die Inaktivierungsrate bei größeren Raumgrößen und UV-Suszeptibilitäten basierend auf der Inaktivierungsrate zu bewerten, die in Bericht Nr. 933322 gefunden wurde. Der Luftreinigertest bestimmte die Wirksamkeit des Luftreinigers die Konzentration von aktiven und aerosolisierten MS2 Bakteriophagen zu reduzieren. Der getestete Luftreiniger war ein Jimco MAC500.

Die theoretische durch den Luftreiniger verursachte Inaktivierungsrate von aerosolisierten und aktiven MS2 Bakteriophagen ist für größere Raumgrößen und UV-Suszeptibilitäten berechnet und kann der Tabelle 7 entnommen werden. Die Berechnungen basieren auf der Messung der logarithmischen Reduktion für MS2 von 0,97 log/Stunde/20m³.

Es wird angenommen, dass die logarithmische Reduktion (Abklingkonstante) linear mit der Raumgröße abnimmt, d.h. dass sich die log-Reduktion für einen Raum mit doppelter Größe halbiert. Dies gilt, wenn die Luft im Raum ausreichend durchgemischt ist.

Der äquivalente stündliche Luftaustausch (ACH) ist unter der Annahme berechnet, dass die Luft ausreichend gemischt ist und unter Verwendung des von der US-amerikanischen CDC¹ genannten Modells.

MS2 Suszeptibilität: 0,97 log/time/20m³			
Raumgröße, m ³	Reduktion, % 60 Minuten	Log-Reduktion pro Stunde	Äquivalenter ACH*
20	89,3	0,97	2,2
40	67,3	0,49	1,1
60	52,5	0,32	0,7
80	42,8	0,24	0,6
100	36,0	0,19	0,4
3-mal höhere Suszeptibilität als MS2: 2,91 log/Stunde/20m³			
Raumgröße, m ³	Reduktion, % 60 Minuten	Log-Reduktion pro Stunde	Äquivalenter ACH*
20	99,88	2,91	6,7
40	96,5	1,46	3,4
60	89,3	0,97	2,2
80	81,3	0,73	1,7
100	73,8	0,58	1,3
5-mal höhere Suszeptibilität als MS2: 4,85 log/Stunde/20m³			
Raumgröße, m ³	Reduktion, % 60 Minuten	Log-Reduktion pro Stunde	Äquivalenter ACH*
20	99,999	4,85	11,2
40	99,6	2,43	5,6
60	97,6	1,62	3,7
80	93,9	1,21	2,8
100	89,3	0,97	2,2

Tabelle 7: Reduktion nach 60 Minuten, log-Reduktion pro Stunde und der äquivalente stündliche Luftaustausch bei vergrößerten Raumgrößen und UV-Suszeptibilitäten. *Der äquivalente ACH ist aus der Referenz in der Fußnote 1 berechnet.

¹ <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/appendix/air.html>

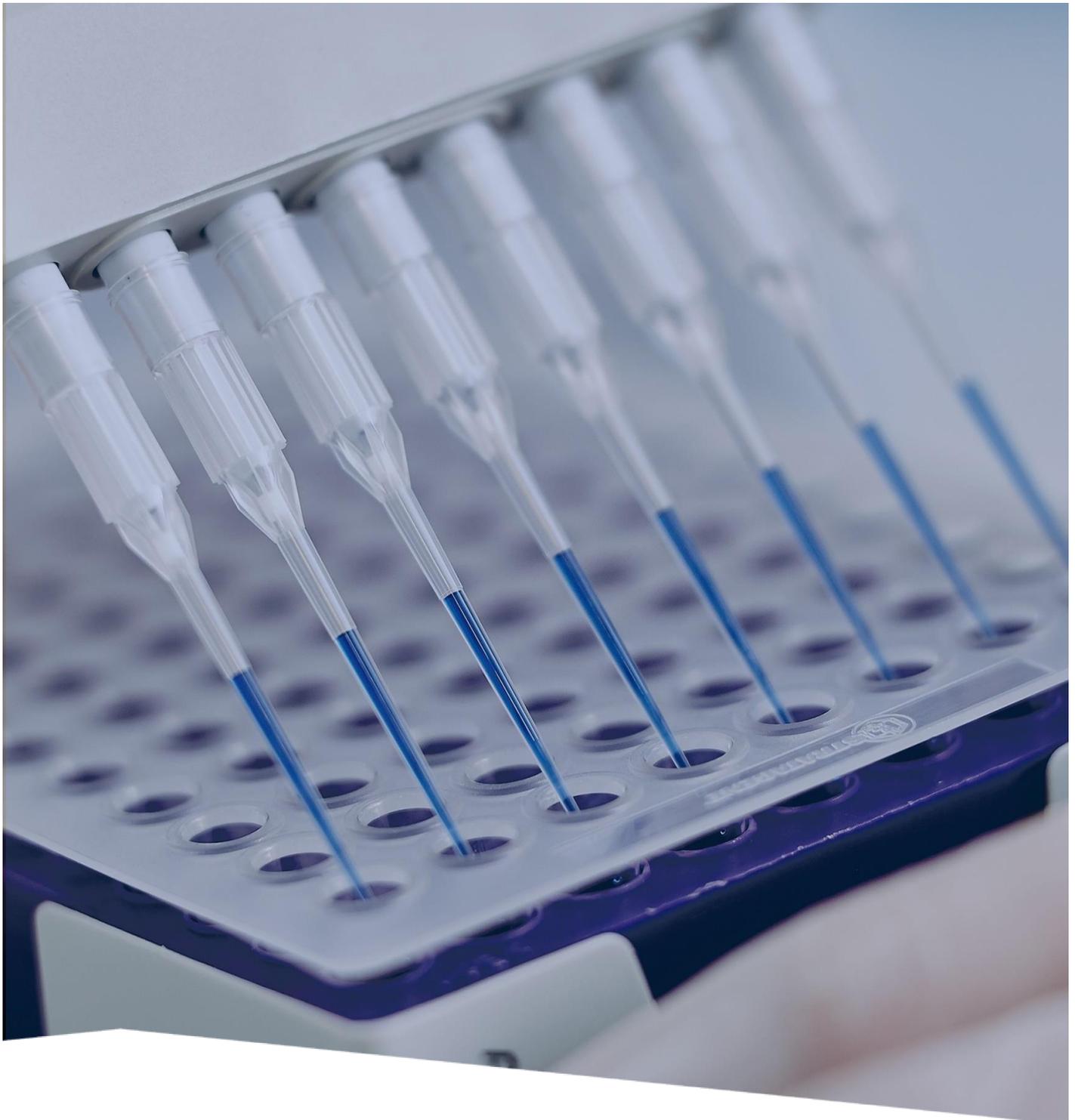
Unter Verwendung des gleichen mathematischen Modells wie oben ist die maximale Raumgröße für einen gegebenen äquivalenten ACH zwischen 2 und 6 und für eine erhöhte UV-Suszeptibilität berechnet und in Tabelle 8 angegeben. Diese Werte sollten als Richtlinie verstanden werden, und die tatsächliche Nutzung des Raums sollte ebenfalls berücksichtigt werden.

	X mal höhere Suszeptibilität als MS2		
Äquivalenter ACH*	1	3	5
2	22	67	112
3	15	45	74
4	11	34	56
5	9	27	45
6	7	22	37

Tabelle 8: Die maximale Raumgröße (m³) für gegebenen äquivalenten ACH und UV-Suszeptibilität. * Der äquivalente ACH ist aus der Referenz in der Fußnote 1 berechnet.



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**



Report no. 954748

Uncertainty calculation of air purifier test

Jimco MAC500



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**

Uncertainty calculation of air purifier test

Jimco MAC500



Prepared for:

Jimco A/S
Mjølbyvej 7
DK-5900 Rudkøbing

Prepared by:

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Bioengineering and Environmental Technology

November 2020

Author: Casper Laur Byg, PhD, Specialist,
+45 7220 1929, cby@teknologisk.dk

Summary

The purpose of this report is to evaluate the statistical uncertainty of the air purifier test carried out in report no. 933322. The air cleaner test determined the efficiency of the air purifier to reduce the concentration of active and aerosolized MS2 bacteriophages. The tested air purifier was a Jimco MAC500.

The statistical analysis show that it is high unlikely (a probability of <0.04%) that the difference in the natural decay and the product test is based on a coincidence. The effect of the product is statistically significant ($p < 0.05$).

Calculation method and results

The total number measurements (number of PFU on agar plates), which consists of duplicates and dilution series, are used to calculate the statistical uncertainty of the determined rate constants of the two measurement series (natural decay and product test).

The statistical tool used for the evaluation is Python package Statsmodels. The tool is used to determine the confidence intervals of the rate constant at different confidence levels. By increasing the level of confidence, the confidence intervals of the two rate constants broadens.

The level of confidence of the experiment is determined to be when the confidence interval of the two rate constants overlap.

The statistical analysis is shown in the table: (the values are in units of 1/min)

	Average	Standard deviation	95% confidence interval	99.9% confidence interval	99.97% confidence interval
Natural decay	0.0600	0.0039	0.0511; 0.0689	0.0406; 0.0795	0.0366; 0.0835
Product test	0.1207	0.0051	0.1082; 0.1332	0.0903; 0.1512	0.0827 ; 0.1588

At a confidence level of 99.97% the rate constant of the natural decay and the product test overlap, which can be interpret as that the level of confidence of the experiment is at this level. It is therefore high unlikely (a probability of <0.04%) that the difference in the natural decay and the product test is based on a coincidence.

This analysis is based on a statistical analysis of the measurement data and cannot be used evaluate if systematic errors might be present in the test.



Jimco A/S
Mjølbyvej 7
DK-5900 Rudkøbing

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Denmark
Phone +45 72 20 20 00
info@dti.dk
www.dti.dk

5th of October 2020

Declaration of test and assessment

Danish Technological Institute has performed tests of the efficiency for inactivation virus of the Jimco MAC500 air purifier.

The test was conducted with the unit installed in a 20 m³ sealed room. The efficiency of the air purifier was tested using MS2 bacteriophages (ATCC 15597-B1) on host *Escherichia coli* (ATCC 15597) as a virus surrogate. The rate of inactivation of the aerosolized MS2 was determined as the difference between the natural inactivation rate and the inactivation rate measured during the use of the Jimco MAC500 air purifier. These inactivation rates were determined by sampling of the air in the chamber over a 2-hour period. The significant and consistent difference between the Natural decay test and the Product test clearly shows a reduction of the concentration of airborne and active MS2 caused by the air purifier.

Based on the measured inactivation efficiency of the MAC500, the reductions in % and in log-reductions are calculated and are found in the table below:

Product attribution	1 hour	2 hours	3 hours
Reduction, %	89% ± 8%	99% ± 2.3%	99.9 ± 0.5%
Log-reduction (base 10)	0.97 ± 0.24	1.93 ± 0.47	2.9 ± 0.71

The full testing procedures and results are presented in report no. 933322.

According to Kowalski* and Walkert† the UV-susceptibility for bacteriophage MS2 is lower than the UV-susceptibility for the enveloped virus, vaccinia virus. Hence, the indicated efficacy of the tested MAC500 UV-C device to degrade the bacteriophage MS2 will be at least similar to the efficacy against enveloped vaccinia virus. Efficacy against vaccinia virus allows for a claim for efficacy against all enveloped viruses (e.g. MERS-CoV, SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2) according to DS/EN 14885:2018.

* Kowalski W. Ultraviolet Germicidal irradiation Handbook. Springer 2009

† Walker and Ko, ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY / VOL. 41, NO. 15, 2007

Best regards,

Bioengineering and
Environmental Technology
Life Science, Danish Technological Institute
Casper Laur Byg, PhD, Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C, Denmark
Bioengineering and Environmental Technology
Danish Technological Institute



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Denmark
Phone +45 72 20 20 00
info@dti.dk
www.dti.dk

Jimco A/S
Mjølbyvej 7
DK-5900 Rudkøbing

5. Oktober 2020

Deklaration af test og bedømmelse

Teknologisk Institut har udført en effektivitetstest af luftrensen Jimco MAC500 for inaktivering af virus.

Testen blev udført med enheden installeret i et lukket 20 m³ testkammer. Effektiviteten af luftrenseren blev testet med en virus-surrogat bestående af MS2 bakteriofager (ATCC 15597-B1) og en E.coli værtsorganisme (ATCC 15597).

Inaktiveringsraten af den aerosoliserede MS2 blev bestemt som forskellen mellem den naturlige inaktiveringsrate og inaktiveringsraten målt under drift af Jimco MAC500 luftrenseren. Disse inaktiveringsrater blev målt ved at udtrække luftprøver fra kammeret over en periode på to timer.

Den signifikante og konsistente forskel mellem det naturlige henfald og henfaldet målt med produktet i drift viser en tydelig reduktion i koncentrationen af aktive MS2 i luften forårsaget af luftrenseren.

Baseret på den målte inaktiveringseffektivitet af luftrenseren MAC500 så er reduktionerne beregnet og vist i tabellen nedenunder – i % og i log-reduktion:

Produktets tillæg	1 time	2 timer	3 timer
Reduktion, %	89% ± 8%	99% ± 2,3%	99,9 ± 0,5%
Log-reduktion (base 10)	0,97 ± 0,24	1,93 ± 0,47	2,9 ± 0,71

Den fulde beskrivelse af testen er dokumenteret i rapport nr. 933322.

According to Kowalski* and Walkert† the UV-susceptibility for bacteriophage MS2 is lower than the UV-susceptibility for the enveloped virus, vaccinia virus. Hence, the indicated efficacy of the tested MAC500 UV-C device to degrade the bacteriophage MS2 will be at least similar to the efficacy against enveloped vaccinia virus. Efficacy against vaccinia virus allows for a claim for efficacy against all enveloped viruses (e.g. MERS-CoV, SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2) according to DS/EN 14885:2018.

* Kowalski W. Ultraviolet Germicidal irradiation Handbook. Springer 2009

† Walker and Ko, ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY / VOL. 41, NO. 15, 2007

Venlig hilsen,


Casper Laur Byg, PhD **Bio- og Miljøteknologi**
Specialist, Teknologisk Institut
Bio- og Miljøteknologi **Life Science, Teknologisk Institut**
Teknologisk Institut **Kongsvang Allé 29**
8000 Aarhus C



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Denmark
Phone +45 72 20 20 00
info@dti.dk
www.dti.dk

Jimco A/S
Mjølbymvej 7
DK-5900 Rudkøbing

5/10/2020

Declaración y evaluación de test

El Instituto Tecnológico de Dinamarca ha realizado un test de eficiencia en la inactivación de virus del purificador de aire Jimco MAC500.

El test fue realizado con una unidad instalada en una cámara sellada de 20 m³. La eficiencia de inactivación del purificador de aire se realizó con un sustituto de virus, compuesto por el bacteriófago MS2 (ATCC 15597-B1) y una bacteria huésped, E.coli (ATCC 15597).

La tasa de inactivación del MS2 en forma de aerosol se determinó como la diferencia entre la tasa de inactivación natural y la tasa de inactivación medida durante la operación del purificador de aire Jimco MAC500. Estas tasas de inactivación fueron medidas durante la extracción de las muestras de aire en un periodo de 2 horas.

La diferencia significativa y consistente obtenida entre la disminución natural del MS2 y la medida en el producto bajo operación, muestra una clara reducción en la concentración de MS2 en el aire, producto del efecto del purificador de aire.

Con base en la eficiencia de inactivación medida en el purificador de aire MAC500, las reducciones se calculan y se muestran en la siguiente tabla, en % y en reducción logarítmica:

Atribuciones del producto	1 hora	2 horas	3 horas
Reducción %	89% ± 8%	99% ± 2,3%	99,9% ± 0,5%
Reducción logarítmica (base 10)	0,97 ± 0,24	1,93 ± 0,47	2,9 ± 0,71

La descripción completa del test está documentada en el informe N° 933322.

According to Kowalski* and Walkert† the UV-susceptibility for bacteriophage MS2 is lower than the UV-susceptibility for the enveloped virus, vaccinia virus. Hence, the indicated efficacy of the tested MAC500 UV-C device to degrade the bacteriophage MS2 will be at least similar to the efficacy against enveloped vaccinia virus. Efficacy against vaccinia virus allows for a claim for efficacy against all enveloped viruses (e.g. MERS-CoV, SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2) according to DS/EN 14885:2018.

* Kowalski W. Ultraviolet Germicidal irradiation Handbook. Springer 2009

† Walker and Ko, ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY / VOL. 41, NO. 15, 2007

Casper Laur Byg
**Bioengineering and
Saludos cordiales, Environmental Technology**
Life Science, Danish Technological Institute
Kongsvang Alle 29

Casper Laur Byg, PhD 8000 Århus C, Denmark
Bioengineering and Environmental Technology
Danish Technological Institute



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**

Jimco A/S
Mjølbyvej 7
DK-5900 Rudkøbing

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Denmark
Phone +45 72 20 20 00
info@dti.dk
www.dti.dk

Le 5 octobre 2020

Déclaration de test et d'évaluation

L'institut technologique danois a mené des tests d'efficacité d'inactivation d'un virus sur le purificateur d'air Jimco MAC500.

Le test a été effectué sur une unité installée dans une pièce fermée de 20 m³. L'efficacité du purificateur d'air a été testée à l'aide de bactériophages MS2 (ATCC 15597-B1) sur l'hôte *Escherichia coli* (ATCC 15597) comme substitut de virus. Le taux d'inactivation des MS2 en aérosol a été déterminé sur la base de la différence entre le taux d'inactivation naturel et le taux d'inactivation mesuré pendant l'utilisation du purificateur d'air Jimco MAC500. Ces taux d'inactivation ont été déterminés en prélevant un échantillon d'air dans la chambre sur une période de 2 heures. La différence importante et constante entre le test de décomposition naturelle et le test du produit indique clairement une réduction de la concentration de MS2 actifs dans l'air grâce au purificateur d'air.

Sur la base de l'efficacité d'inactivation mesurée du MAC500, les réductions en % et logarithmiques sont calculées et figurent dans le tableau ci-dessous :

Attribution du produit	1 heure	2 heures	3 heures
Réduction, %	89% ± 8%	99% ± 2,3%	99,9 ± 0,5%
Réduction logarithmique (base 10)	0,97 ± 0,24	1,93 ± 0,47	2,9 ± 0,71

Les procédures de test complètes figurent dans le rapport n° 933322.

According to Kowalski* and Walkert† the UV-susceptibility for bacteriophage MS2 is lower than the UV-susceptibility for the enveloped virus, vaccinia virus. Hence, the indicated efficacy of the tested MAC500 UV-C device to degrade the bacteriophage MS2 will be at least similar to the efficacy against enveloped vaccinia virus. Efficacy against vaccinia virus allows for a claim for efficacy against all enveloped viruses (e.g. MERS-CoV, SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2) according to DS/EN 14885:2018.

* Kowalski W. Ultraviolet Germicidal irradiation Handbook. Springer 2009

† Walker and Ko, ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY / VOL. 41, NO. 15, 2007

Best regards,

 **Bioengineering and
Environmental Technology**

Casper Laur Byg, PhD Specialist, Danish Technological Institute
Bioengineering and Environmental Technology
Danish Technological Institute
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C, Denmark