

De houdbaarheid van vleermuizen-eDNA bij verblijven in spouwmuren

21 november 2024 - Confidential

Contactpersoon

WOUT VAN LANKVELD
Senior projectleider ecologie

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Afbraaksnelheid van eDNA	5
1.3 Doel en hypothese onderzoek	5
1.4 Leeswijzer	5
2 Methode	6
2.1 Selectie geschikte onderzoekslocaties	6
2.2 Bemonstering	7
2.2.1 Voorbereidende werkzaamheden	7
2.2.2 Bemonstering door rollermethode	7
2.3 eDNA analyse	9
3 Resultaten	10
4 Conclusie	11
5 Discussie	12
Bijlage 1: qPCR-methode Sylphium laboratorium	13
Bijlage 2: Foto's van de onderzoekslocaties	14
Colofon	16

Samenvatting

Uit eerder eDNA-validatie onderzoek blijkt dat eDNA een betrouwbare methode is om vleermuisverblijven aan te tonen in woningen. Om de methode jaarrond te kunnen gebruiken is meer informatie wenselijk over de houdbaarheid van eDNA. In dit onderzoek beoordelen we of eDNA minstens een jaar houdbaar en detecteerbaar blijft met de eDNA-roller methode. In totaal zijn 15 woningen bemonsterd die tussen de 8 en 13 maanden natuurvrij stonden en daarmee in deze periode niet bewoonbaar zijn voor vleermuizen. Hiervan is op drie locaties met protocolonderzoek een vleermuisverblijf aangetoond met protocolonderzoek. De overige woningen stonden in de directe omgeving en zijn meegenomen, gelet op de hoge kans op vleermuisverblijven. Dit vanuit het feit dat met protocolonderzoek niet altijd alle vleermuisverblijven worden gevonden. Van alle 15 natuurvrij gemaakte woningen zijn in 9 woningen verblijfplaatsen aangetoond met eDNA. Op alle drie de locaties, waar met protocolonderzoek een vleermuisverblijf is aangetoond, is ook met eDNA een positieve uitslag vastgesteld. Kleine verblijfplaatsen van de gewone dwergvleermuis zijn dus minimaal een jaar detecteerbaar na het laatste verblijf. Dit resultaat geeft mogelijkheden om de vleermuisverblijven jaarrond te kunnen bemonsteren.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Uit eerder onderzoek blijkt dat eDNA-onderzoek een effectieve manier is om verblijfplaatsen van vleermuizen in gebouwen te detecteren¹. Aan dat onderzoek zal dit rapport later worden toegevoegd als aanvulling. Hieruit komt echter niet naar voren hoelang DNA detecteerbaar blijft. Om volledig beeld te krijgen over de detecteerbaarheid door de tijd is idealiter een grootschalig onderzoek van één of meerdere jaren nodig. In dit alternatieve onderzoek bepalen we indirect of eDNA minstens een jaar aanwezig blijft door woningen te bemonsteren met bekende vleermuisverblijven, die inmiddels een jaar 'natuurvrij' zijn, in afwachting van de werkzaamheden. Dit aanvullende onderzoek is een gezamenlijk initiatief van Unitura en Arcadis.

1.2 Afbraaksnelheid van eDNA

Environmental DNA (hierna eDNA) is DNA dat niet direct van een dier of organisme wordt afgenomen, maar uit de omgeving wordt gehaald, zoals uit de bodem, water of de lucht. Als een dier zich in een omgeving beweegt, laat hij DNA achter uit bijvoorbeeld huid, haren of uitwerpselen. Dit DNA kan bemonsterd worden en de soort kan daarmee specifiek vastgesteld worden. Tenzij het DNA direct op een bepaalde manier wordt geconserveerd, is het DNA niet eeuwig houdbaar en te meten.

De afbraak van eDNA vindt plaats door middel van hydrolyse, en kan in water daardoor binnen enkele weken zijn afgebroken. Op een vaste ondergrond suggereren eerdere onderzoeken dat DNA minimaal 9 maanden traceerbaar blijft. Weersomstandigheden hebben daarbij een sterke invloed op de afbraak, zoals temperatuurwisselingen, UV-licht en vocht. In de situatie van kopgevels en vleermuisverblijven betekent dit dat een beschutte gevel op het noorden mogelijk minder wind-, regen- en zoninvloeden zal hebben dan een open gevel op het zuid/westen. Vermoedelijk heeft dit dus effect op de afbraaksnelheid van eDNA. Uit forensisch onderzoek blijkt daarnaast dat de porositeit van het materiaal, waarop het DNA aanwezig is, invloed heeft op de afbraak. Niet-poreus materiaal blijft langer vochtig en daardoor is waarschijnlijk een snellere afbraak van DNA aan de orde. De meeste gevels hebben stenen met poreus materiaal en dit is gunstig voor een langere houdbaarheid van DNA ².

1.3 Doel en hypothese onderzoek

Het doel is om in een praktijksituatie te beoordelen of een vleermuisverblijfplaats in woningen het gehele jaar en na een jaar nog gevonden kan worden met eDNA. De onderzoeksvraag is daarom:

Blijft een vleermuisverblijfplaats in een spouwmuur minimaal een jaar detecteerbaar met de eDNA methode na het laatste actieve gebruik door vleermuizen?

De verwachting is dat kleine verblijfplaatsen van de gewone dwergvleermuis – zoals zomer- en paarverblijven van hooguit enkele individuen - minimaal een jaar detecteerbaar zijn na het laatste gebruik. Deze verblijven zullen relatief weinig eDNA sporen hebben. Als kleine verblijfplaatsen nog na een jaar zijn te traceren via eDNA, dan zal dit ook gelden voor grotere verblijfplaatsen met meer vleermuizen.

Uit eerdere onderzoeken is de verwachting dat eDNA minimaal 9 maanden te vinden is². Daarom richt dit onderzoek zich op een periode van 9 maanden tot ruim een jaar.

1.4 Leeswijzer

Na de aanleiding voor dit onderzoek wordt de achtergrond besproken met daaruit volgend de onderzoeksvraag. In de methode behandelen we de opzet en onderzoeksmethode. De resultaten worden weergegeven, daarna volgen de conclusie en discussie.

¹ eDNA als methode voor het detecteren van vleermuisverblijven Arcadis, 2024, ongepubliceerd.

² Notitie houdbaarheid vleermuizen DNA uit huidvet, F. Kuenen, 2024.

2 Methode

2.1 Selectie geschikte onderzoekslocaties

Om te onderzoeken of eDNA na een periode nog detecteerbaar is, mag de woning niet recentelijk door vleermuizen gebruikt zijn. Door natuurvrije woningen te onderzoeken is het zeker dat enkel oude eDNA-sporen worden bemonsterd. Vóór werkzaamheden aan een pand plaatsvinden wordt deze natuurvrij gemaakt, indien deze geschikt is voor vleermuisverblijven. Het natuurvrij maken gebeurt met ontmoedigingsmaatregelen: met spouwborstels of vulschuim worden openingen langs dakranden afgedicht en de exclusion flaps voor stootvoegen en openingen zorgen ervoor dat vleermuizen wel kunnen uitvliegen, maar niet meer terug naar binnen kunnen. De natuurvrije huizen zorgen zo voor gecontroleerde onderzoekslocaties. Tijdens de eDNA-bemonstering worden dan enkel de sporen gedetecteerd die zijn ontstaan voor het treffen van de ontmoedigingswerkzaamheden (natuurvrij maken van een woning). De ontmoediging zorgt er dus voor dat er geen vleermuizen meer binnen kunnen komen en eDNA-sporen vernieuwen.

Voor dit onderzoek is gezocht naar grondgebonden rijtjeswoningen die minimaal een half jaar natuurvrij zijn. Vanwege strakke bouwplanningen zijn deze woningen echter schaars. De meeste projecten worden snel gerenoveerd. Bij vertraging wordt de ontmoediging weer verwijderd om de woning niet onnodig langdurig natuurvrij te laten staan. Eerder eDNA-validatieonderzoek heeft aangetoond dat een vleermuisverblijf met hoge betrouwbaarheid een positief eDNA-resultaat geeft. Idealiter worden natuurvrije woningen gebruikt, waar ook een vleermuisverblijf is vastgesteld, om zeker te zijn dat de resultaten aansluiten op de onderzoeksvraag over houdbaarheid.

In eerste instantie zijn er maar drie natuurvrije woningen gevonden, waarbij tijdens protocolonderzoek ook vleermuisverblijfplaatsen zijn vastgesteld. Om een grotere bemonstering uit te voeren is ervoor gekozen om kopgevels van overige natuurvrij gemaakte woningen binnen hetzelfde project ook te bemonsteren. Tijdens het eerdere validatie-onderzoek was immers aangetoond dat naast met protocolonderzoek vastgestelde verblijfplaatsen ook veel omliggende woningen na onderzoek met eDNA toch verblijfplaatsen bleken te zijn. Het is dus de moeite waard om breder te bemonsteren bij natuurvrije woningen waar vermoedelijk een vleermuisverblijf aanwezig is. Alle geselecteerde natuurvrije woningen waren kansrijk door geschikte kopgevels en kantpannen, zie Figuur 1 **Fout!** **Verwijzingsbron niet gevonden.** ter voorbeeld. Een bredere fotoselectie van de bemonsterde woningen in te zien in Bijlage 2.



Figuur 1: voorbeeld van een bemonsterde kopgevel in Tubbergen.

De onderzochte woningen en de eigenschappen zijn hieronder weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: een overzicht van de bemonsterde locaties. De windrichting van de kopgevel is aangegeven met een letter: N – noord, Z – zuid, etc. De maanden natuurvrij zijn geteld vanaf de ontmoediging tot de gelijktijdige verwijdering van natuurvrij maatregelen en bemonstering. De waarneming van het protocolonderzoek op 3 locaties geeft de soort, GD – gewone dwergvleermuis, met het aantal en het type verblijf: ZV – zomerverblijf en baltsverblijfplaats aan.

NR	Stad	Windrichting kopgevel	Ontmoedigd op	Maanden natuurvrij	Waarneming protocol onderzoek
1	Tubbergen	NO	2024-02	9	-
2	Tubbergen	Z	2024-02	9	GD (1), ZV
3	Tubbergen	NO	2024-02	9	-
4	Tubbergen	NO	2024-02	9	-
5	Tubbergen	ZW	2024-02	9	-
6	Tubbergen	NO	2024-02	9	GD (1), Baltsverblijfplaats
7	Tubbergen	NO	2024-02	9	-
8	Tubbergen	ZW	2024-02	9	-

9	Kaatsheuvel	-	2023-09	13	GD (1), ZV
10	Kaatsheuvel	Z	2023-09	13	-
11	Sprang-Capelle	Z	2023-10	12	-
12	Sprang-Capelle	N	2023-10	12	-
13	Waspik	N	2024-03	8	-
14	Waspik	N	2024-03	8	-
15	Waspik	Z	2024-03	8	-

2.2 Bemonstering

2.2.1 Voorbereidende werkzaamheden

Nadat de gekozen woningen zijn geselecteerd is ter plaatse gekeken naar de aanwezige ontmoedigingvoorzieningen. Alle woningen zijn ontmoedigd door Unitura en vóór de bemonstering is gecontroleerd of de ontmoediging nog intact was door met een hoogwerker de muur meter voor meter langs te gaan. Na een lange periode natuurvrij staan kunnen bepaalde maatregelen verschuiven door invloeden van weer en mens en daardoor weer toegang bieden voor vleermuizen. Wanneer de maatregelen niet voldoende effectief waren - en dus de spouwmuur bereikbaar was voor vleermuizen - viel deze woning af.

Tijdens deze controle is ook gezocht naar aanwezige sporen of keutels op de gevel, om afwezigheid van vleermuizen extra te bevestigen.

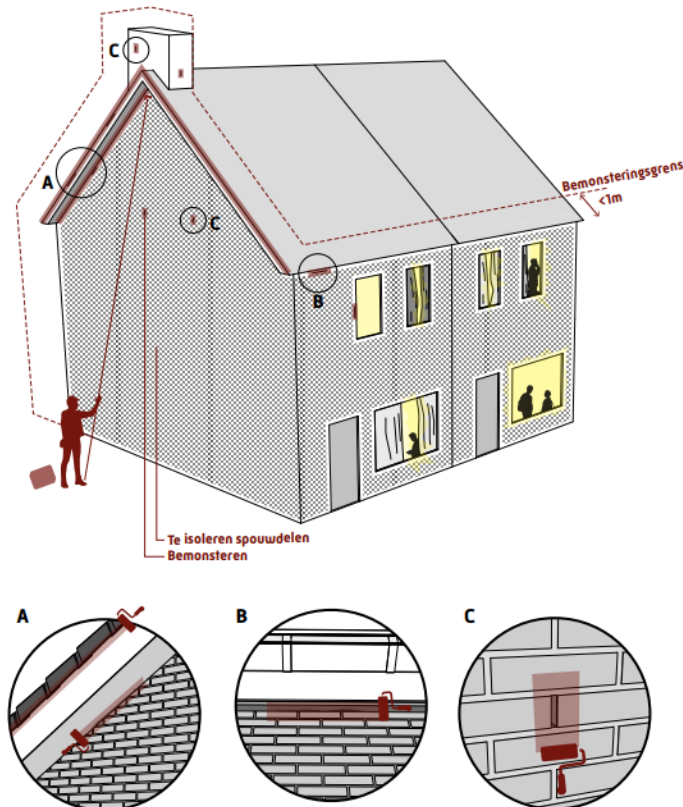
Vóór de bemonstering zijn de aanwezige ontmoedigingsvoorzieningen zorgvuldig verwijderd.

2.2.2 Bemonstering door rollermethode

Vervolgens zijn de bemonsteringen uitgevoerd door medewerkers van Unitura die bekend zijn met het Unitura bemonsteringsprotocol, met de rollermethode.

De bemonsteraar (uitvoerder van het onderzoek) zoekt naar potentiële invliegopeningen die direct of indirect verbonden zijn met de spouwmuur. Aangegeven in Figuur 3, zijn de bemonsterde invliegopeningen. In de meeste gevallen gaat het om de rand over het overstek, de kantpannen en stootvoegen. Na het identificeren van de invliegopeningen heeft de bemonsteraar gezocht naar aanwezigheid of sporen van vleermuisaanwezigheid. Als er keutels zijn gevonden in de bemonsteringszone, zijn deze verwijderd om de monsters daarvan vrij te houden.

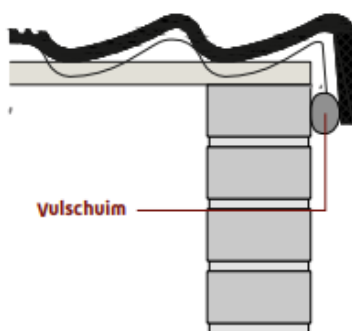
Bemonsteringsinstructie



Figuur 2: bemonstering van de invliegopeningen

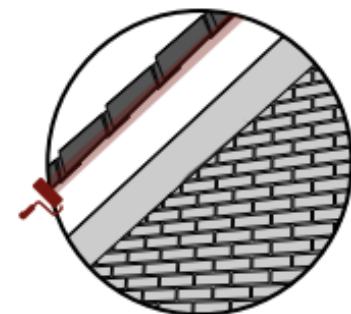
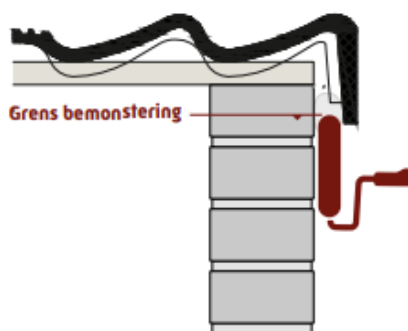
Daarna is de daadwerkelijke bemonstering gestart. Eerst is de roller verzadigd met de bijgeleverde bemonsteringsvloeistof, (figuur 1). Vervolgens is de roller op een steriele manier bevestigd op een telescopische stok. Daarna is de roller zachtjes langs of onder de invliegopeningen gerold. Daarbij is erop gelet om de roller niet te hard tegen de eerst paar invliegopeningen te drukken, om niet te veel vocht uit de roller te verliezen. Tijdens het bemonsteren is gecontroleerd of de roller na verloop van tijd niet is uitgedroogd. Als dit zo is, kan de roller met het toevoegen van extra vloeistof opnieuw bevochtigd worden. Tot slot is de roller op steriele wijze opgeborgen en voorzien van een label.

Principe woning natuurvrij



Bemonstering

(Na verwijdering ontmoediging)



Figuur 3: een schematische weergave van de bemonstering in relatie tot de ontmoediging

2.3 eDNA analyse

Door het eDNA een aantal keer te kopiëren met de qPCR-techniek (quantitative polymerase chain reaction), kan het DNA geanalyseerd worden. Sylphium laboratorium heeft het eDNA-sample geanalyseerd met een qPCR-analyse. Daarmee is bepaald of er in het sample vleermuis DNA aanwezig is. Als het monster DNA van een vleermuis bevat, hoe weinig ook, geeft dit resultaat een positieve uitslag. Om te controleren dat de monsters niet door vervuiling een positief resultaat geven, zijn blanco's gebruikt met de qPCR-vloeistoffen. Voor meer details over de qPCR-procedure, zie Bijlage 1.

3 Resultaten

Dit onderzoek werd geschreven door Arcadis en Unitura om te bepalen of vleermuisverblijven in spouwmuren ten minste een jaar gedetecteerd kunnen worden met eDNA met de roller-methode. In week 41-43 2024 zijn 15 natuurvrij gemaakte woningen bemonsterd door Unitura. In Tabel 2 staan de resultaten weergegeven, een positief resultaat betekent dat eDNA van een vleermuis is gedetecteerd. In 9 woningen zijn verblijfplaatsen aangetoond met eDNA, na een periode van minstens 8 tot maximaal 13 maanden natuurvrij te staan. Op alle drie de locaties, waar met protocolonderzoek een vleermuisverblijf is aangetoond, is ook met eDNA een positieve uitslag vastgesteld. Alle vier de locaties die 12 of 13 maanden natuurvrij stonden gaven een positief eDNA resultaat. Zowel de positieve als negatieve resultaten hebben kopgevels op de noord- en zuidrichting.

Tabel 2: resultaten qPCR van eDNA bemonsterde woningen

Nr.	Maanden natuurvrij	Windrichting kopgevel	Waarneming protocol onderzoek	Uitslag eDNA analyse qPCR
1	9	NO	-	Positief
2	9	Z	Ja	Positief
3	9	NO	-	Negatief
4	9	NO	-	Positief
5	9	ZW	-	Negatief
6	9	NO	Ja	Positief
7	9	NO	-	Negatief
8	9	ZW	-	Positief
9	13	-	Ja	Positief
10	13	Z	-	Positief
11	12	Z	-	Positief
12	12	N	-	Positief
13	8	N	-	Negatief
14	8	N	-	Negatief
15	8	Z	-	Negatief

4 Conclusie

Verblijfplaatsen in spouwmuren van de gewone dwergvleermuis zijn na een periode van 8 tot 13 maanden na het laatste verblijf met eDNA goed detecteerbaar met de eDNA roller-bemonsteringsmethode, onafhankelijk van de windrichting van de gevel. De eDNA-resultaten zijn waargenomen in een regenachtig jaar, op kleine verblijven. Het is te verwachten dat minstens dezelfde resultaten stand zullen houden bij grotere verblijven en in andere weersomstandigheden. Omdat de vleermuisverblijven met eDNA minstens een jaar detecteerbaar zijn, geeft dit mogelijkheden om de verblijven jaarrond en na een jaar te bemonsteren.

5 Discussie

Houdbaarheid van eDNA

In dit onderzoek beoordelen we of een vleermuisverblijfplaats in een spouwmuur minimaal een jaar detecteerbaar blijft met de eDNA-methode na het laatste actieve gebruik. De resultaten laten zien dat alle vastgestelde verblijven gedetecteerd zijn, en in totaal zijn in 8 van de 15 woningen na 9 tot 13 maanden een vleermuisverblijf aangetoond. Hieruit blijkt dat verblijfplaatsen van vleermuizen minimaal een jaar te detecteren zijn. De natuurvrije periode is gerekend vanaf de ontmoediging, maar vleermuizen kunnen al langere tijd vóór de ontmoediging de verblijfplaats voor het laatst hebben gebruikt. De genoemde houdbaarheid is dus een minimum en kan dus langer zijn. Goed om daarbij te bedenken dat het onderzoek alleen inzicht geeft in de minimale houdbaarheid van eDNA en niet over de maximale detecteerbaarheid van DNA.

Invloeden op afbraak eDNA

Droge en milde omstandigheden kunnen positiever uitpakken voor de houdbaarheid. 2024 was echter een vochtig jaar. De resultaten geven daarmee een goed praktijkbeeld voor jaren, waarbij sprake is van relatief hoge afbraaksnelheid.

De windrichting van de geëxponeerde kopgevels – waar de weersinvloeden sterker zijn dan de tussenliggende rijwoningen - heeft in dit onderzoek geen effect gehad op de resultaten. Mogelijk omdat de periode nog niet lang genoeg is voor de volledige afbraak van DNA.

Van overige omstandigheden weten we niet welke invloed deze exact hebben gehad op de houdbaarheid van eDNA.

De natuurvrij maatregelen

De natuurvrij-maatregelen voorkomen dat de vleermuizen de woning hebben gebruikt als verblijfplaats. Voor de bemonstering is gecontroleerd of alle maatregelen intact waren en de inspectie liet daarnaast geen sporen van gebruik zien zoals keutels. Daarom is uitgesloten dat vleermuizen toch het dak of de muur zijn binnengekomen na de ontmoediging.

Het doel was om een realistische situatie te onderzoeken en niet het effect van ontmoedigingsmaatregelen. Om te garanderen dat het eDNA werd bemonsterd wat aan de elementen heeft blootgestaan, is de bemonstering niet direct achter de natuurvrij-maatregelen gebruikt. De samples geven een reële situatie weer en de bemonsteringsroller is dus conservatief gebruikt door op de gevel onder de natuurvrij-maatregelen te rollen (zie figuur 2) en niet direct op de openingen waar de maatregel zat. Enerzijds is er enige bescherming van wind en zon, achter de maatregelen. Anderzijds is te verwachten dat de ontmoedigingsmaterialen een vochtiger microklimaat hebben, waardoor de afbraak van DNA versneld kan worden, en het is niet bekend hoe de verschillende invloeden tegen elkaar opwegen. We kunnen daarom geen goede voorspelling doen of deze resultaten ook gelden voor andere bemonsteringsmethoden, zoals een uitzuigmonster bij de invliegopeningen.

Afgifte van DNA sporen

Dit onderzoek geeft geen aanvullende informatie over de afgifte van DNA en wat daarin effecten voor detecteerbaarheid zijn. DNA uit haren of huidvet geeft mogelijk een ander resultaat, evenals keutels. Keutels bevatten uiteraard meer DNA dan een kleine hoeveelheid huidvet. Bij verschillende bemonsteringstechnieken bestaat de mogelijkheid een keuteltje mee te nemen in het monster, maar in dit onderzoek is door voorinspectie gezorgd dat er geen keutels zijn meegenomen in de monsters.

De resultaten betreffen kleine zomerverblijfplaatsen van gewone dwergvleermuizen. Bij grotere verblijfplaatsen en kolonies is te verwachten dat meer DNA afgezet is en zal de detectie van eDNA dus zeker ook even betrouwbaar zijn. Het is te verwachten dat dit resultaat voor alle vleermuissoorten gelijk is; er is geen reden aan te nemen dat er significante verschillen zijn in DNA afzet of afbraak tussen soorten. Het is niet bekend wat het effect is van de grootte van de vleermuis op de afzet van DNA, maar het is aannemelijk dat grotere vleermuizen minstens evenveel DNA achterlaten als de kleinste vleermuissoort.

Bijlage 1: qPCR-methode Sylphium laboratorium

Opwerken en analyseren van Vleermuis-DNA filters

Isolatie

Na aankomst in het laboratorium zijn de monsters verwerkt volgens het protocol van de Environmental DNA Isolation Kit SYL002 van Sylphium (1). Een aanpassing op het standaardprotocol was een extra incubatiestap, waarbij de monsters gedurende twee uur bij 55°C werden geïncubeerd in lysisbuffer (S1) met proteïnase K. Na deze incubatie werd het lysaat verder verwerkt volgens het standaardprotocol van de kit. Om kruisbesmetting tussen monsters tijdens het isolatieproces uit te sluiten, werd parallel een procedure blanco uitgevoerd die hetzelfde isolatieproces onderging, maar geen monster bevatte.

Kwaliteitsbeoordeling van het Isolaat

De kwaliteit van de geïsoleerde DNA-monsters werd beoordeeld om vals-negatieve resultaten te voorkomen. De beoordeling gebeurde door het testen op storende factoren en de efficiëntie van de isolatie, waarbij xenobiotisch DNA uit de lysisbuffer werd gebruikt. De kwaliteitscontrole werd uitgevoerd met een qPCR-analyse op een BIO-RAD CFX96 real-time PCR-systeem, waarbij de IPC qPCR Quantification Kit (SYL113) van Sylphium werd gebruikt (2). Een monster werd goedgekeurd voor verdere analyse als de CT-waarde niet meer dan 2 CT afweek van de standaard en het fluorescentiesignaal niet lager was dan 800 RFU. Monsters, die niet aan deze eisen voldeden, werden opgeschoond met de EchoCLEAN Organic Solvent DNA CleanUP Kit van Bioecho (3). Daarna werd het monster opnieuw gecontroleerd.

Analyse

De analyse voor de aanwezigheid van vleermuis-DNA werd in duplo uitgevoerd op een BIO-RAD CFX96 real-time PCR-systeem met de eDNA qPCR Hot Start Mix (SYL1003) van Sylphium (4), met vleermuis-specifieke primers. Als controles werden de procedure blanco, acht PCR blanco's en een kalibratielijn in duplo, meegenomen. Om vals-positieve resultaten te kunnen uitsluiten, moeten de procedure blanco en de acht PCR blanco's negatief zijn. Een monster werd als positief beschouwd wanneer in minimaal één van de duplo's een fluorescentiesignaal van minstens 500 RFU werd gedetecteerd en de CT-waarde lager was dan 37. Als een monster niet aan deze criteria voldeed, werd het als negatief beschouwd. De templateconcentratie in het totale DNA-isolaat werd bepaald aan de hand van de kalibratielijn.

Referenties

1. Sylphium. *Environmental DNA Isolation Kit SYL002*
<https://sylphium.com/webshop/product/syl002/>
2. Sylphium. *IPC qPCR Quantification Kit SYL113*
<https://sylphium.com/webshop/product/syl113/>
3. Bioecho. *EchoCLEAN Organic Solvent DNA CleanUP Kit*
<https://www.bioecho.com/EchoCLEAN-Organic-Solvent-DNA-CleanUp-Kit-50/020-002-040-05>
4. Sylphium. *eDNA qPCR Hot Start Mix SYL1003*
<https://sylphium.com/webshop/product/syl1003/>

Bijlage 2: Foto's van de onderzoekslocaties

Tubbergen



Figuur 4: een selectie van de 8 bemonsterde gevels in Tubbergen

Waspik



Figuur 5: een selectie van de 3 bemonsterde gevels in Waspik

Sprang-Capelle



Figuur 6: een weergave van de 2 bemonsterde gevels in Sprang-Capelle

Kaatsheuvel



Figuur 7: een weergave van de 2 bemonsterde gevels in Kaatsheuvel

Colofon

DE HOUDBAARHEID VAN VLEERMUIZEN-EDNA BIJ VERBLIJVEN IN SPOUWMUREN

AUTEUR

Laura Zeeman

PROJECTNUMMER

30232970

ONZE REFERENTIE

RSNJV4WH7UYN-1011023107-173:1

DATUM

21 november 2024

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Max Klasberg
Senior Consultant

VRIJGEGEVEN DOOR

Wout van Lankveld
Senior Projectleider

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T +31 (0)88 4261 261