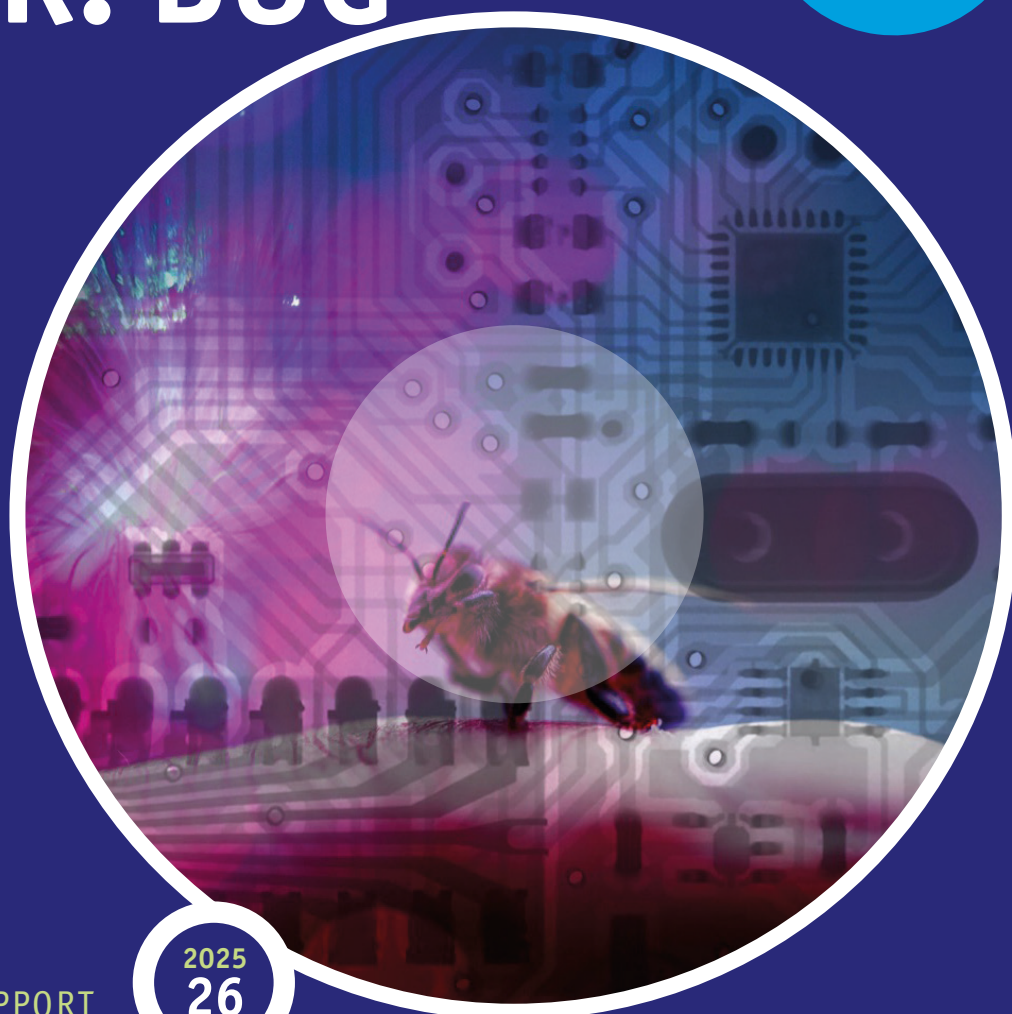


stowa

OPSPOREN VAN BEVERS MET DR. BUG

INCLUDING
ENGLISH
TRANSLATION



RAPPORT

2025
26

OPSPOREN VAN BEVERS MET DR. BUG

RAPPORT

2025

26



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS Leon Schipper (Insectsence)
Aria Samimi (Insectsence)
Lorenzo Corsico (Insectsence)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE
Oscar van Dam (STOWA)
Robin Biemans (STOWA)
Hanneke Kloosterboer (ws Aa en Maas / STOWA)

FOTO OMSLAG Insectsence
VORMGEVING Buro Vormvast
STOWA STOWA 2025-26

De inhoud van deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden in de publicatie, of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud ervan.

STOWA spant zich in de rechthebbenden van in de uitgave gebruikte afbeeldingen te respecteren conform het auteursrecht. Indien u desondanks van mening bent dat uw rechten in het geding zijn, dan verzoeken wij u contact met ons op te nemen.

SAMENVATTING

Dit project had als doel het verkennen van het gebruik van honingbijen als biosensoren voor het detecteren van bevers op een goedkopere en efficiëntere manier dan de huidige methoden. Honingbijen werden getraind op bevervachtmonsters gemengd met grond om hun vermogen te testen om de geur van bevervacht te leren herkennen en te onthouden.

De responsiviteit van de geteste bijen was hoog, met de hoogste waarde rond de 70%. Desondanks was de waargenomen reactie op de twee verschillende monsters niet significant verschillend, wat betekent dat de bijen niet succesvol geconditioneerd waren. Echter, na ronde 5 bleef de respons hoger voor de grond met bevergeur. De geheugentest toonde geen statistisch significante voorkeur voor een van de geteste monsters. Er was echter een iets hogere respons op de bevergeurmonsters vergeleken met de controlemonsters.

Als vervolg wordt aanbevolen om een voorlopige kwantitatieve studie uit te voeren naar het vluchtigheid van bevergeurende grond of bevervacht, evenals een langer conditioneringsprotocol en een grotere steekproefomvang.

STOWA IN HET KORT

HOE WE WERKEN

STOWA is het kennis- en innovatiecentrum voor regionale waterbeheerders in Nederland; de waterschappen en provincies. We helpen ze met het verkrijgen van nieuwe kennis en inzichten die nodig zijn om de opgaven van de regionale waterbeheerders beter te kunnen uitvoeren. Dat doen we door kennisvragen te formuleren en te selecteren in programmacommissies. We zetten ons onderzoek uit bij een keur aan experts, adviesbureaus, instituten en universiteiten, die we begeleiden tijdens hun werk. We zorgen voor de beschikbaarstelling en verspreiding van de kennis, inzichten en antwoorden aan de gezamenlijke waterbeheerders. We stimuleren de uitwisseling van kennis en ervaringen, via bijeenkomsten, werkgroepen, excursies, conferenties en communities of practice. We werken samen met onder andere ministeries, Rijkswaterstaat, gemeenten, drinkwaterbedrijven.

WAT WE ONDERZOEKEN

Inhoudelijk richt STOWA zich op alle onderdelen van waterbeheer, van waterkering en stedelijk waterbeheer tot waterzuivering en watersystemen. Belangrijke thema's daarbij zijn klimaatadaptatie, waterveiligheid, waterkwaliteit en ecologie, energietransitie en circulaire economie.

De kennisvragen die STOWA beantwoordt liggen meestal op technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied. Onze kennis is altijd gericht op de praktijk van regionale waterbeheerders. Dat is waar we voor staan, als Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

WIE WE ZIJN

STOWA is als kennisorganisatie onafhankelijk, onpartijdig en transparant. De afnemers van onze kennis moeten erop kunnen vertrouwen dat de inhoud van onze rapporten objectief en representatief is. Alleen zo kan onze kennis worden ingezet voor beter waterbeheer en innovaties die antwoord geven op de uitdagingen van vandaag en morgen. Het is aan regionale waterbeheerders zelf te bepalen hoe ze de kennis van STOWA in de praktijk gebruiken. STOWA kan daarbij een rol spelen als adviseur, maar is geen uitvoerder of regisseur.

STOWA is een stichting die de richtlijnen volgt voor organisaties zonder winstoogmerk (RJ-640). In ons jaarverslag is daarom naast de cijfermatige jaarrekening onder meer ook een directieverslag over de stichting, haar activiteiten en kentallen opgenomen.

OPSPOREN VAN BEVERS MET DR. BUG

INHOUD

	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
	1.1 Aanleiding	1
	1.2 Doel van het project	1
2	WERKWIJZE	2
	2.1 Monster beschrijving	2
	2.2 Experimentele procedure	2
	2.2.1 Conditioneringsfase	2
	2.2.2 Geheugentestfase	2
	2.3 Procedure	3
3	RESULTATEN & DISCUSSIE	4
	3.1 Leercurve	4
	3.2 Geheugentest	4
4	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK	6
ANNEX	ENGLISH TRANSLATION OF A PRESENTATION OF THE RESEARCH	7

1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

De bever doet het goed in Nederland, wat positieve effecten heeft op de natuur in de riviergebieden. De biodiversiteit neemt toe, wat gunstig is voor het ecosysteem. Tegelijkertijd brengt de terugkeer van de bever ook uitdagingen met zich mee. Zo vormen oevers en dijken een aantrekkelijke plek voor het graven van beverholen. Dit kan leiden tot verzwakking van de dijken, waardoor het risico op overstromingen toeneemt. Bovendien zijn de herstelkosten van beschadigde dijken aanzienlijk.

Voor dijkbeheerders is het opsporen van bevers en met name hun holen een lastige opgave. Er worden al diverse methoden uitgetoetst met wisselend succes.

1.2 DOEL VAN HET PROJECT

Het doel van dit project was om te testen of geconditioneerde honingbijen (*Apis mellifera* L.) onderscheid kunnen maken tussen schone grondmonsters en met bevergeur behandelde grondmonsters op basis van het vluchtige geurprofiel van bevervacht.

Dit pilot onderzoek is erop gericht om te achterhalen of bijen kunnen worden gebruikt om bevers of beverholen te kunnen opsporen.

2

WERKWIJZE

2.1 MONSTER BESCHRIJVING

InsectSense ontving een reeks bevervachtmonsters afkomstig van één bever. Deze monsters werden in 50 mL Falcon buisjes geplaatst en ingevroren opgeslagen.

Op de dag van het experiment selecteerden we twee vachtmonsters. De monsters werden uit de buisjes gehaald en de lege buisjes werden gevuld met vochtige zandgrond (Figuur 1). Hetzelfde werd gedaan met twee schone buisjes die als controle dienden. Alle buisjes werden drie uur lang gelaten om maximale opname van bevergeur door de grond mogelijk te maken.

Figuur 1 voorbereiding monsters: de beverhuid werd uit het buisje gehaald (links) en daarna werd vochtige grond toegevoegd (rechts)



2.2 EXPERIMENTELE PROCEDURE

2.2.1 CONDITIONERINGSFASE

Tijdens de conditioneringsfase werden twee soorten monsters gebruikt:

1. Grond met bevergeur (CS+, geconditioneerde stimulus met beloning)
2. Schone grond / Controle (CS-, geconditioneerde stimulus zonder beloning)

2.2.2 GEHEUGENTESTFASE

De geconditioneerde honingbijen werden 1 uur na de training getest op de volgende monsters (oud = zelfde als in conditionering; nieuw = vers bereid):

1. Oude grond
2. Nieuwe grond
3. Oude grond + Bever
4. Nieuwe grond + Bever

2.3 PROCEDURE

Zesentwintig honingbijen werden geconditioneerd om het verschil in geur tussen bevergeurgrond en schone grond te leren via een klassieke Pavloviaanse conditioneringsmethode, waarbij sucrose als beloning werd gebruikt (figuur 2).

Bij blootstelling aan bevergeurgrond kregen de bijen een suikerbeloning, wat leidde tot een associatie tussen de geur en de beloning, en tot de typische reflex van het uitsteken van de tong (proboscis extension reflex, PER). Bij blootstelling aan schone grond werd geen beloning gegeven.

De geheugentest werd uitgevoerd één uur na de conditionering om te kijken of de bijen de geleerde prikkels konden onthouden.

Figuur 2 Een spuit van 20 mL met het monster wordt op 2 cm van de honingbij geplaatst en gebruikt om de vluchtige stoffen toe te dienen



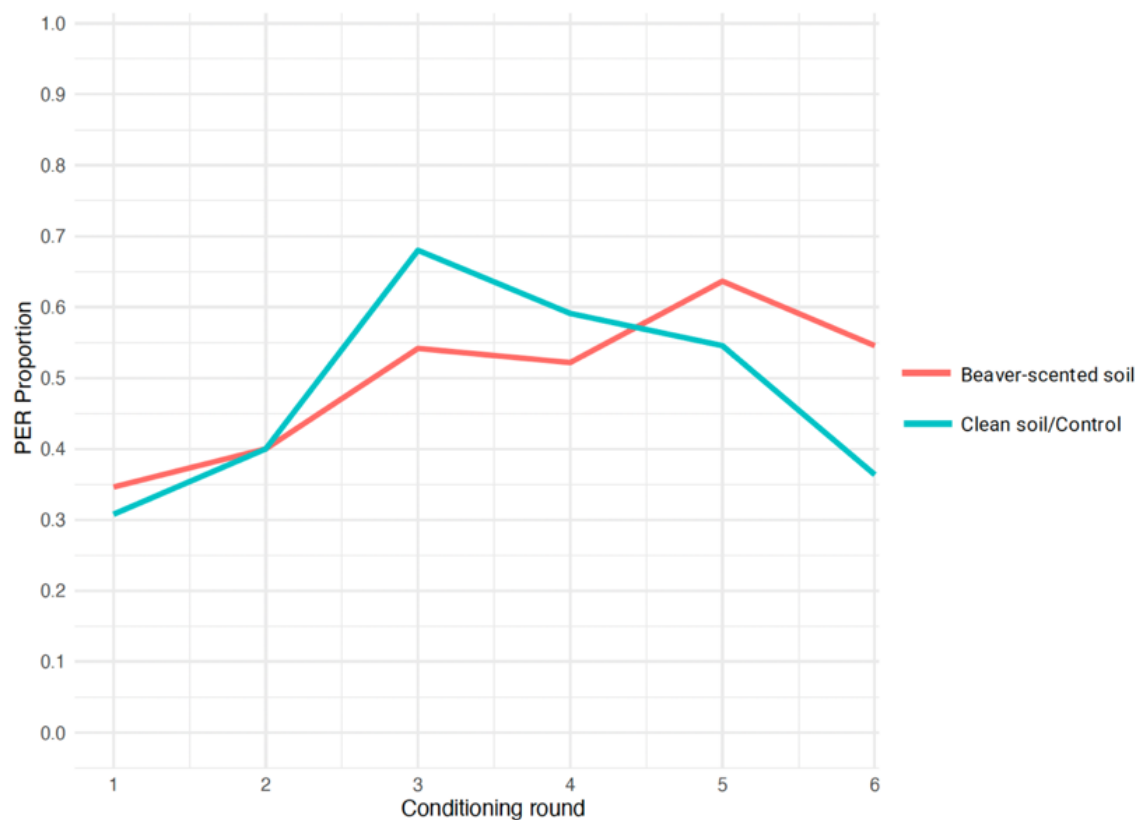
3

RESULTATEN & DISCUSSIE

3.1 LEERCURVE

De conditionering werd uitgevoerd over 6 ronden, waarbij het percentage bijen dat hun tong uitstak (PER) werd genoteerd (Figuur 3). De hoogste respons was ongeveer 70%. Het verschil tussen de monsters was echter niet significant, wat duidt op onvoldoende conditionering. Vanaf ronde 5 bleef de PER hoger voor bevergeurgrond, wat suggereert dat een langer protocol (in eerdere studies tot 9 ronden) en grotere steekproefomvang mogelijk betere resultaten geven.

Figuur 3 Leercurve van de geconditioneerde bijen (n=26). Y-as: percentage bijen met PER op bevergeurgrond (rood) en schone grond (blauw). X-as: conditioneringsrondes



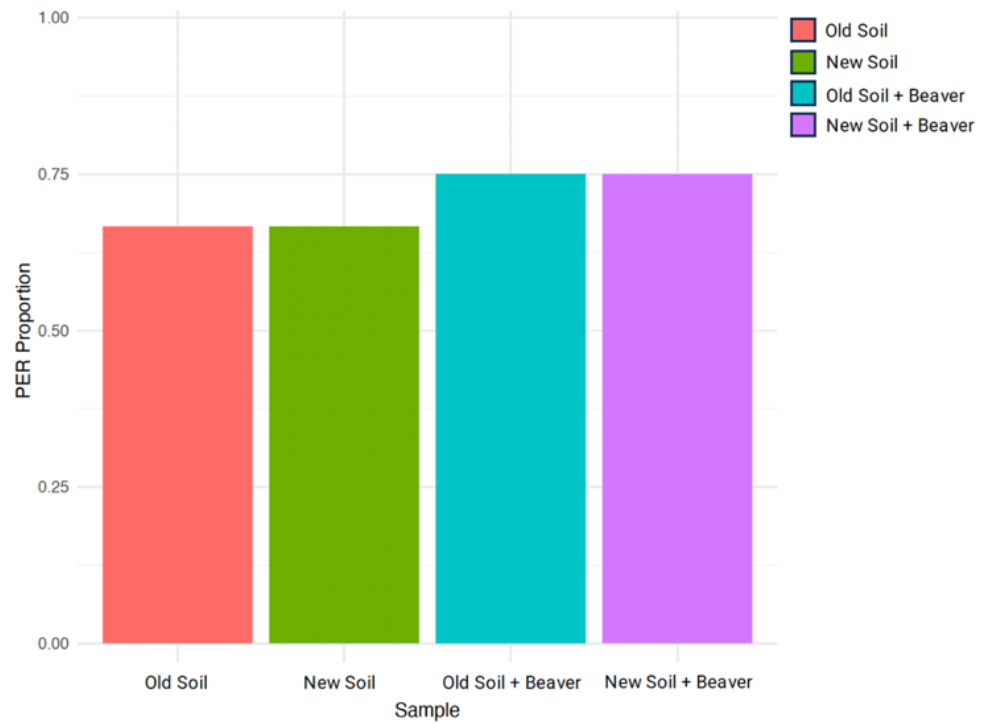
3.2 GEHEUGENTEST

De geheugentest vond plaats 1 uur na de conditionering. De bijen toonden geen statistisch significante voorkeur voor een van de monsters, hoewel de respons op bevergeurmonsters iets hoger was dan op controlemonsters (Figuur 4). Dit ondersteunt de hypothese dat de monsters mogelijk niet verschillend genoeg zijn voor betrouwbare discriminatie. Verder onderzoek is nodig.

Figuur 4

Geheugenbehoud van de geconditioneerde bijen (n=26).

Y-as: percentage bijen met PER. X-as: verschillende monstercondities één uur na de training



4

CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

Dit experiment laat zien dat er potentieel is om een insect-gebaseerd geurdetectiesysteem toe te passen voor het opsporen van beversporen in grond. De kleine steekproefgrootte en variatie in geurstoffen – vooral wanneer gebruikt via vacht – beperkten echter de succeskans.

Om te onderzoeken of bijen effectief ingezet kunnen worden voor het detecteren van bever is een kwantitatieve analyse nodig van de vluchtigheid van bevervacht en/of bevergeurgrond. Daarnaast wordt een langer conditioneringsprotocol (tot 9 rondes) aanbevolen en een grotere steekproefgrootte, gezien de aanwijzingen voor leervermogen tijdens het experiment.

ANNEX

ENGLISH TRANSLATION OF A PRESENTATION OF THE RESEARCH

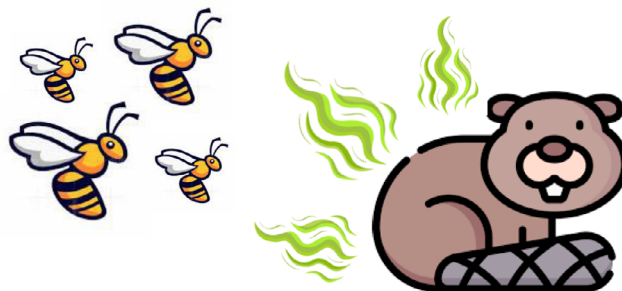


Final Report:
Detecting beavers with Dr.Bug
28th January 2025



Aim of the project

The aim of this project was to test whether conditioned honeybees (*Apis mellifera* L.) can differentiate between clean soil samples and beaver-scented soil samples based on the volatile blend released by beaver fur.



Samples

Sample description

InsectSense was provided with a series of beaver fur samples coming from one specimen. These samples were placed in 50 mL Flacon tubes and stored in a freezer.

Sample preparation

On the day of the experiment, we selected two fur samples. The samples were removed from the tubes and the empty tubes added with moist sandy soil. The same was done with two clean tubes to be used as controls. All tubes were left sitting for 3 hours prior to the experiment to maximize absorption of beaver fur volatiles by the soil.



Figure 1 – Sample preparation: first, the fur was removed from the tubes (left picture) and later added of moist sandy soil (right picture).



Experimental procedure

Conditioning phase

During the differential conditioning phase, two types of sample were used:

1. Beaver-scented soil (CS+, conditioned stimulus with reward)
2. Clean soil/Control (CS-, conditioned stimulus without reward)

Memory testing phase

The conditioned honeybees were tested for memory retention 1 h after training on the following samples (old = same used for the conditioning phase; new – freshly prepared sample):

1. Old Soil
2. New Soil
3. Old Soil + Beaver
4. New Soil + Beaver



Figure 2 – Our Dr. Bug honeybees resting in 3D-printed harnesses prior to the experiment.



Experimental procedure

Procedure

Twenty-six honeybees were conditioned to differentiate the smell of beaver-scented soil and clean soil by following a classical Pavlovian conditioning scheme, using sucrose as a reward.

When the honeybees were exposed to beaver-scented soil, a sucrose reward was presented. Thus, an association between the smell of the beaver-scented soil sample with sucrose was established and as unconditioned reflex, the honeybee extended its proboscis (or tongue). In contrast, no reward was given to the honeybee when exposed to the clean soil sample.

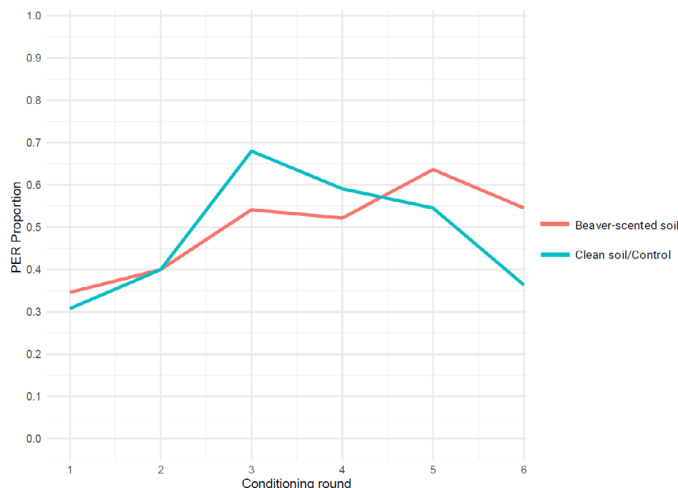
The memory test was conducted 1 h after the conditioning period to observe whether honeybees can retain learned cues.



Figure 3 – Odour delivery setup. A 20 mL syringe containing the sample is placed at 2 cm from the honeybee and used to deliver the sample volatiles.



Results & Discussion



Learning curve

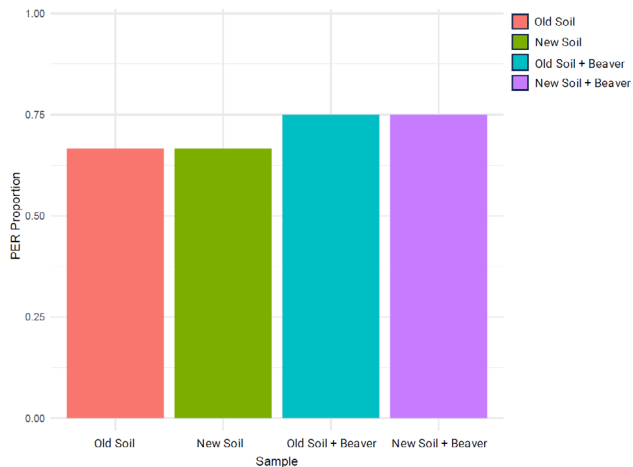
The conditioning phase was carried out over 6 conditioning rounds, where the proportion of PER (proboscis extension reflex) was recorded as the number of honeybees extending their tongue when exposed to a smell over the total number of honeybees tested.

The responsiveness of the tested bees was high with a highest value of ~70%. Nevertheless, **the observed PER proportion against the two different sample was not significantly different**, meaning that bees were not successfully conditioned on the beaver-scented soil.

However, **after round 5, we can see that the proportion of PER stays higher for the beaver-scented soil**. It is possible that with a longer protocol (previous research applied up to 9 conditioning rounds) and a bigger sample size, bees might be able to differentiate these two samples.



Results & Discussion



Memory test

The memory test was carried out 1 h after the conditioning phase to measure the capability of bees to remember learned cues.

Statistically bees did not show any significant preference for any of the tested samples, however **there is a slightly higher response to the beaver-scented samples compared to the control samples.**

The results of the memory test support the hypothesis already formulated after the conditioning phase that the two samples might not be different enough to be differentiated by a sample of trained honeybees. However, this would deserve further investigation.

Conclusions and suggestion for follow-up

- This experiment showed the opportunities of applying an insect-based olfactory system for the detection of beaver scent in soil.
- However, the small sample size and the variability in volatile emission of volatiles, especially when presented in pieces of fur, limited the chances of success of this experiment.
- Because of scarce or no knowledge on the volatile composition of the beaver-scented soil samples and no data on the level of difference between the beaver-scented soil samples and the clean soil samples, there was little control over the odour delivery.
- It is recommended a preliminary quantitative study on the volatilome of beaver-scented soil or beaver fur.
- Since there were indications of learning during the conditioning phase, it is recommended a longer conditioning protocol (up to 9 rounds) and a larger sample size.