

Účinnosť rastlinných prípravkov v boji proti *Varroa destructor* vo včelstvách (*Apis mellifera* L.)

Prednášajúca:

Fakulta:

Pracovisko:

Ing. Michaela Korená Hillayová, PhD.

Lesnícka fakulta

Katedra prírodného prostredia - LF

Zvolen 2026

Obsah prezentácie



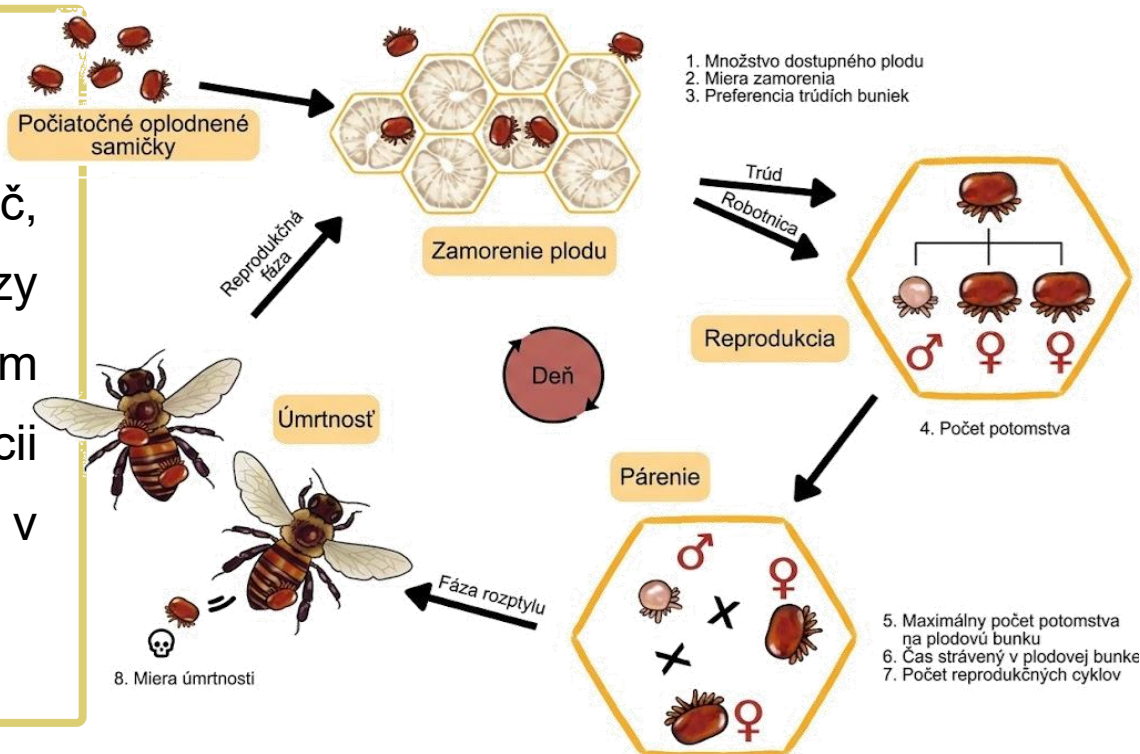
1. Úvod: Problém a výskumná otázka
2. Metodológia: Ako sme postupovali
3. Liečivé rastliny použité v štúdiu a ich bioaktívne zložky
4. Metodika prípravy rastlinných odvarov
5. Zloženie a označenie odvarov
6. Kľúčové zistenia: Dlhodobá dynamika a kontrola zamorenia (2021-2024)
7. Vitalita a rozvoj: Včely bez chemického stresu
8. Diskusia: Čo naše výsledky znamenajú?
9. Dôsledky a aplikácia
10. Budúce smerovanie výskumu
11. Záver: Hlavné prínosy a odporúčania pre prax

Úvod: Problém a výskumná otázka



Dôležitosť výskumu

Varroa destructor je ektoparazitný roztoč, ktorý predstavuje primárnu príčinu varroózy a významných strát v včelstvách na celom svete. Syntetické akaricídy vedú k rezistencii roztoča a zanechávajú nežiaduce zvyšky v produktoch úľa.



Výskumný problém

Potreba nájsť účinné, ekologicky bezpečné a nákladovo efektívne alternatívy k syntetickým akaricídom pre kontrolu *Varroa destructor*.



Kľúčová otázka

Je možné v domácich podmienkach vyrobiť účinný prostriedok na zníženie populácie parazitov *V. destructor* bez negatívnych účinkov na zdravie včiel?

Metodológia: Ako sme postupovali



Použité metódy



Príprava odvarov z 8 druhov liečivých rastlín.



Aplikácia odvarov prostredníctvom rozprašovača pri každej návšteve včelstiev.



Monitorovanie zamorenia metódou CO₂ a mikroskopického počítania klieštika.



Sledovanie rozvoja plodu pomocou počítačovej planimetrie (CombCount)



Štatistická analýza pomocou modelov GLMM a LMM (GLMM sa používalo na prežívanie a klieštika, LMM na plochu plodu).

Dátový súbor



Desať (10) experimentálnych včelstiev.



Sledované obdobie: 2021-2024 (4 včelárske sezóny).



Počet meraní zamorenia: 720 (2x-mesačne počas 4 rokov).



Počet meraní plochy plodu: 360 (1x-mesačne počas 4 rokov).



Doba monitorovania: 48 mesiacov

Stredné Slovensko, Detva, Piešť II.



Zdôvodnenie metodológie: Využívanie odvarov nadväzuje na tradíciu etnoveterinárnej medicíny, pričom včelárom ponúka jednoduchú a opakovateľnú prípravu. Strategická rotácia šiestich receptúr v rôznych intervaloch je kľúčom k udržaniu vysokej účinnosti a zníženiu odolnosti parazitov.

Liečivé rastliny použité v štúdiu a ich bioaktívne zložky



Rastlinný druh	Použitá časť rastliny	Účinky na klieštika (<i>V. destructor</i>) a včely	Kľúčové bioaktívne látky
 Žihľava dvojdomá (<i>Urtica dioica</i> L.)	Vňať	Podpora imunity, protiinfekčné účinky, zlepšenie celkovej kondície a odolnosti včelstva.	Mastné kyseliny, terpény (eugenol), flavonoidy, fenolové kyseliny, minerály a vitamíny (vid'. Lapinskaya a Kopyťko, 2008; Devkota et al., 2022; Bhusal et al., 2022)
 Mäta pieporná (<i>Mentha piperita</i> L.)	List	Priamy akaricídny (ničí klieštika) a repelentný účinok. Tradičné liečivo proti parazitom.	Mentol, mentón, flavonoidy a kyselina rozmarínová (vid'. Mahendran a Rahman, 2020).
 Klinček voňavý (<i>Syzygium aromaticum</i> L.)	Kvet	Výrazná toxicita voči klieštikovi. Antibakteriálne, antifungálne a insekticídne vlastnosti.	Vysoká koncentrácia fenolov (eugenol), taníny, saponíny a alkaloidy (vid'. El-Maati et al. 2016; Anggrahini et al., 2019).
 Palina pravá (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	Vňať	Dezinfekčné a antiparazitárne účinky. Podporuje trávenie. Inhibuje (potláča) vývoj <i>Nosema apis</i> .	Horké terpény, silice, organické kyseliny, živice a triesloviny (vid'. Beihg a Ganai, 2017; Szopa et al., 2020; Batiha et al., 2020).
 Levandula úzkolistá (<i>Lavandula angustifolia</i>)	Kvet	Silná antibakteriálna a antimikrobiálna aktivita. Zlepšuje celkovú hygienu v úli.	Linalool, linalylacetát, taníny, kumaríny a fytosteroly (vid'. Mantovani et al., 2013; Prusinowska a Smigielski, 2014).
 Púpava lekárska (<i>Taraxacum officinale</i>)	Koreň a kvet	Pôsobí ako všeobecné tonikum na posilnenie vitality včiel a podporu imunitného systému.	Polysacharidy (inulín), fenolové kyseliny, flavonoidy a triterpény (vid'. Han et al., 2011; Schütz et al., 2006; Fan et al., 2023; Singh et al., 2025).
 Šalvia lekárska (<i>Salvia officinalis</i> L.)	List	Prírodný akaricíd bez vedľajších účinkov na včely. Bezpečné tlmenie varroózy.	Kyselina rozmarínová, gáfor, tujón, borneol a fenolové zlúčeniny (vid'. Miraj a Kiani, 2016; Ayoubi et al., 2016; Jakovljević et al., 2019)..
 Lipa (<i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Tilia cordata</i>)	Kvet	Podpora zdravia včiel. Obsahuje prirodzený tymol, kľúčový v boji proti varroóze.	Slizovité polysacharidy, flavonoidné glykozidy (tilirozid) a terpény (linalool, tymol) (vid'. Európska lieková agentúra, 2012).

Metodika prípravy rastlinných odvarov



Zber a príprava materiálu



(Množstvo na 5 L)

Žihľava (A): 200 g
Mäta pieporná (B): 200 g
Klinček (C): 20 g
Púpava (D): 20 g
Púpavový kvet /): 20 g
Levanduľa (E): 20 g
Lipový kvet: 10 g
Palina (E): 10 g

24-hodinová riadená extrakcia

Deionizovaná voda



Presný ohrievač



Teplota: 70 °C



Doba: 24 hodín

Nepretržité miešanie

Filtrácia a separácia

Filtrácia cez jemnú sieť (gázu)



Filtrácia cez Whatman č. 1



Pevné rastlinné zvyšky

Uskladnenie a konzervácia

Sterilné, tmavé sklenené fľaše



Zmes (všetkých)



Teplota: 4 °C

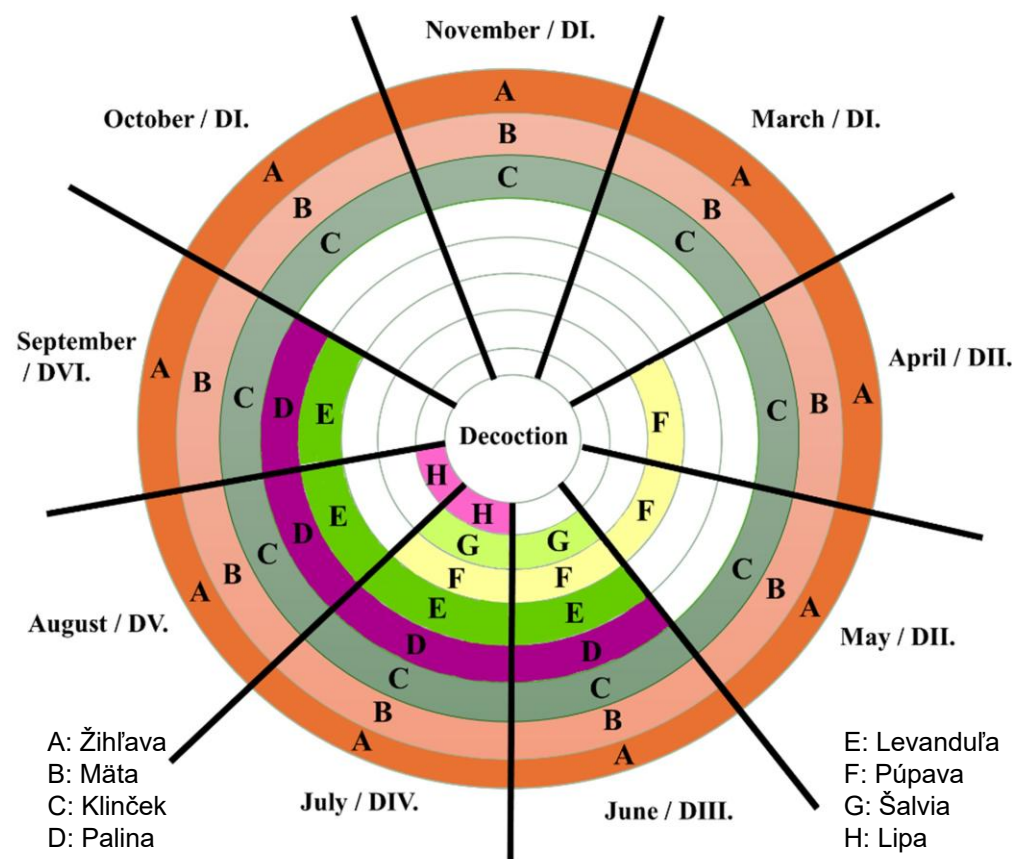
Uskladniť v chlade a tme

Zabráňte fotodegradácii

Zloženie a označenie odvarov



Mesiac	Typ odvaru	Zloženie odvaru (Písmená a rastliny)	Počet aplikácií
Marec	DI	A, B, C (Žihľava, Mäta, Klinček)	3x
Apríl	DII	A, B, C, F (+ Púpava)	4x
Máj	DII	A, B, C, F (+ Púpava)	6x
Jún	DIII	A, B, C, D, E, F, G (Žihľava, Mäta, Klinček, Palina, Levanduľa, Púpava, Šalvia)	6x
Júl	DIV	A, B, C, D, E, G, H (Žihľava, Mäta, Klinček, Palina, Levanduľa, Šalvia, Lipa)	4x
August	DV	A, B, C, D, E, H (Žihľava, Mäta, Klinček, Palina, Levanduľa, Lipa)	4x
September	DVI	A, B, C, D, E (Žihľava, Mäta, Klinček, Palina, Levanduľa)	5x
Október	DI	A, B, C (Žihľava, Mäta, Klinček)	3x
November	DI	A, B, C (Žihľava, Mäta, Klinček)	2x



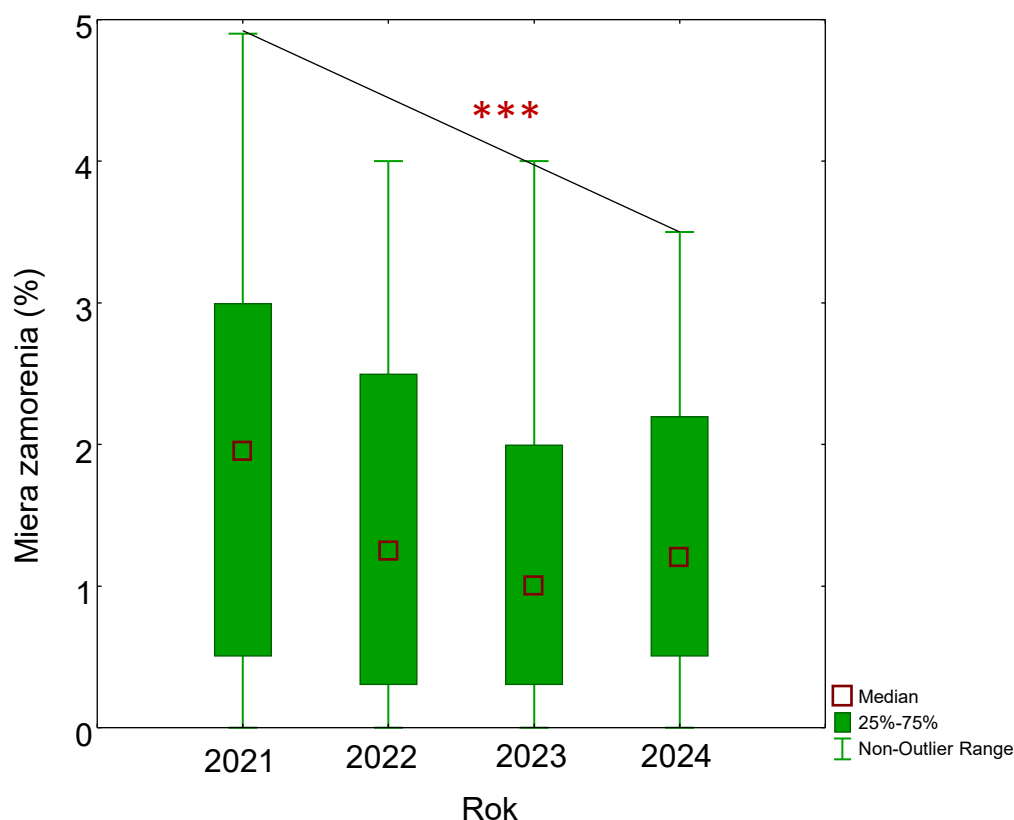
Kruhový diagram ilustruje, ako sme počas sezóny menili chemickú štruktúru liečby. Zatiaľ čo jadro A-B-C ostáva konštantné, sezónne byliny vymieňame, čím simulujeme prirodzenú rozmanitosť a eliminujeme riziko adaptácie klieštika.

Strategická rotácia 6 unikátnych odvarov (DI – DVI) zabezpečuje cielenú obranu nielen proti *V. destructor*, ale aj proti ďalším patogénom. Prítomnosť paliny (D) a šalvie (G) v letnom ošetrovaní pôsobí preventívne proti hubovým a bakteriálnym infekciám (napr. *Nosema* sp., *Paenibacillus* sp.), čím komplexne posilňuje imunitu včelstva počas kritického znáškového obdobia.

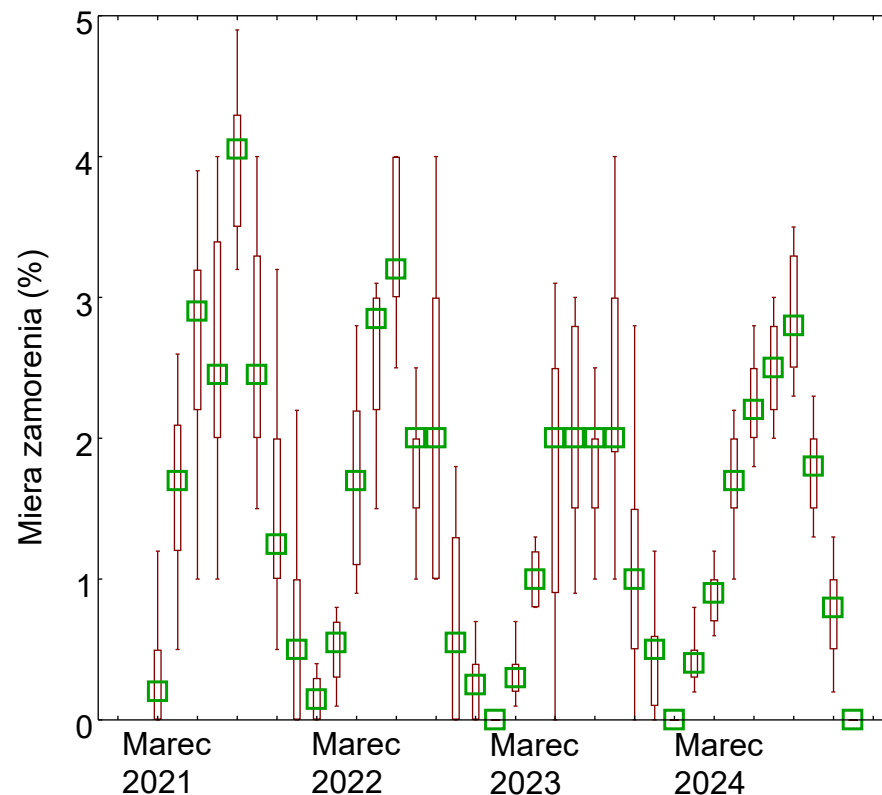
Kľúčové zistenia: Dlhodobá dynamika a kontrola zamorenia (2021-2024)



- **Kontinuálna supresia:** Systém rotácie 6 odvarov/fytoterapeutík (DI–DVI) udržal priemerné zamorenie stabilne na úrovni ~1,1 % až 1,47 % počas celých 4 rokov (Obr. 1a). Lineárny zmiešaný model (LMM) potvrdil vysoko štatisticky významný vplyv roku na mieru infestácie ($p < 0,000001$). Tento robustný nález podčiarkuje celoplošné a silné zníženie zamorenia klieštikom počas celého štvorročného obdobia (2021–2024), čo je vizualizované na Obr. 1a), kde zelené boxy demonštrujú stabilizáciu parazita pod kritickou hranicou.
- **Stabilita v roku 2024:** Najnovšie dáta potvrdzujú, že ani po 48 mesiacoch nedošlo k nárastu rezistencie parazita. Jarný štart v roku 2024 bol takmer na nulovej úrovni ($0,35 \% \pm 0,08 \%$) (Obr.1a, b).
- **Prevencia kolapsu:** Maximálne sezónne špičky v júli/auguste boli úspešne utlmené pod kritickú hranicu (medián pod 3,5 %), čo zabezpečilo prežitie včelstiev (Obr.1b).



Obr. 1a) Vývoj ročnej miery zamorenia (%) počas sledovaného obdobia

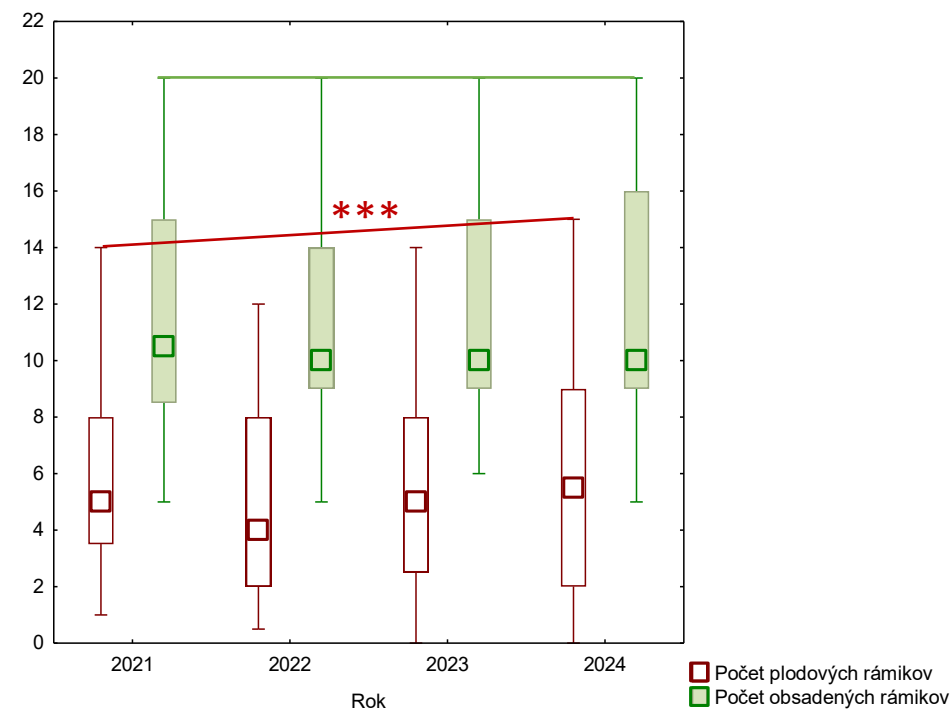


Obr. 1b) Vývoj mesačnej miery zamorenia (%) počas sledovaného obdobia

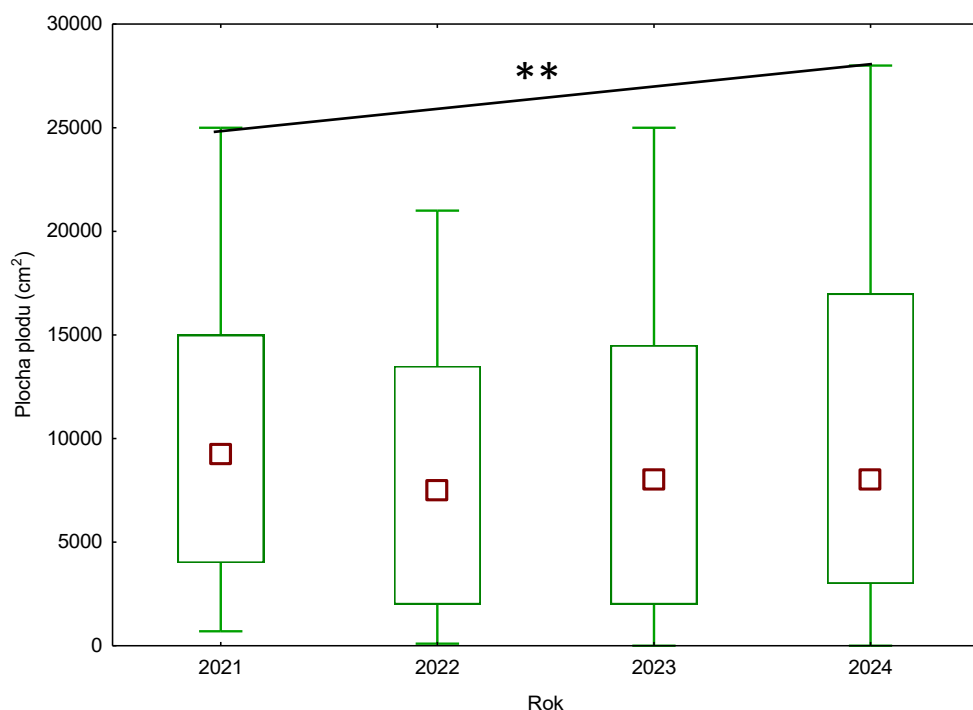
Vitalita a rozvoj: Včely bez chemického stresu



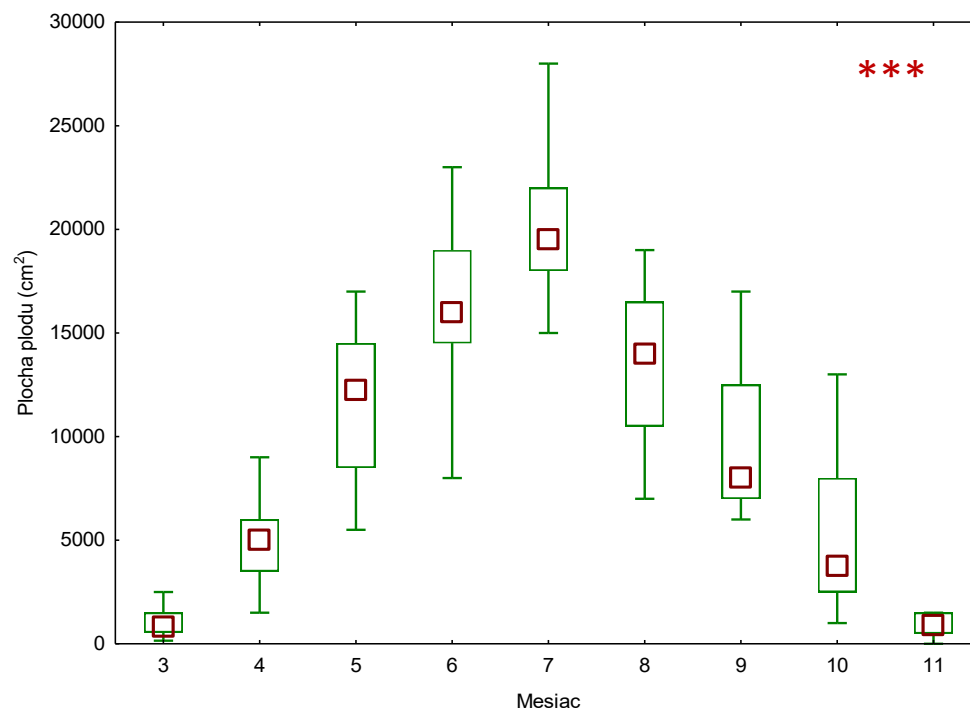
- **Výborná vitalita a rozvoj:** Včelstvá v skupine AP1 si počas celého roku 2024 udržali stabilne vysokú plochu plodu, v priemere $5,6 \pm 3,6$ rámy (Fig. 2a).
- **Šetrnosť k včelám (nulová toxicita):** Na rozdiel od bežných organických kyselín, ktoré môžu dočasne obmedziť plodovanie, bylinné odvary nespôsobujú včelám chemický stres. Včelstvá si vďaka tomu udržiavajú prirodzenú rovnováhu vo svojom vývoji (Fig. 2b).
- **Kľúč k úspešnému zimovaniu:** Udržanie dostatočnej plochy plodu v neskorom lete (august) je kritické pre tvorbu silnej generácie zimných včiel, čo sa v protokole AP1 podarilo dosiahnuť (Fig. 2c).



Obr. 2a) Vývoj počtu plodových rámkov a obsadených rámkov včelami



Obr. 2b) Vývoj plochy plodu počas rokov



Obr. 2c) Vývoj plochy plodu počas jednotlivých mesiacov



Diskusia: Čo naše výsledky znamenajú?

1 Interpretácia zistení

- **Dlhodobá stabilita:** Štvorročná štúdia (2021–2024) preukázala, že systém AP1 dokáže udržať mieru zamorenia pod kritickým prahom škodlivosti (medián $< 1,5\%$) bez použitia syntetických akaricídov.
- **Podpora vitality:** Zaznamenaný signifikantný nárast plochy plodu v čase ($p < 0,01$) a stabilná sila včelstiev potvrdzujú vysokú biologickú znášanlivosť testovaných fytochemikálií.
- **Výsledok:** Metóda umožňuje včelstvám nerušený sezónny vývoj a budovanie silnej zimnej generácie včiel.

2 Porovnanie s literatúrou

- **Antiparazitné účinky:** Naše výsledky korelujú s publikovanými poznatkami o akaricídnych účinkoch silíc mäty, klinčeka a tymolu na roztoča *Varroa destructor*.
- **Vplyv na plodovanie:** Zhoda s autormi (Colin, 2018; Mahendran, 2020) v tom, že proaktívny prístup založený na prírodných zložkách nespôsobuje prerušenie plodovania ani stresovú reakciu včelej matky.
- **Validácia:** Potvrdili sme funkčnosť fytotherapeutického protokolu v reálnych podmienkach stredoeurópskej včelnice.



3 Obmedzenia štúdie

- **Dizajn:** Longitudinálny sled bez neliečenej kontroly (z etických dôvodov a rizika reinfestácie včelnice).
- **Regionálnosť:** Výsledky sú viazané na špecifické mikroklimatické podmienky a genetiku použitých včelstiev.
- **Budúci výskum:** Potreba hlbšej analýzy vplyvu rotácie odvarov na celkový mikrobióm včelstva a molekulárne mechanizmy jeho odolnosti.

Dôsledky a aplikácia



Praktické dopady

Rastlinné odvary predstavujú nákladovo efektívnu a ekologicky bezpečnú alternatívu k syntetickým akaricídom. Voda ako rozpúšťadlo znižuje riziko zvyškov v medu a vosku.



Potenciálne využitie

Metóda je ľahko opakovateľná pre včelárov bez špecializovaného laboratórneho vybavenia. Odvary možno aplikovať aj počas medobrania bez rizika kontaminácie produktov.



Príklad aplikácie

Mesačná rotácia 6 rôznych odvarov (DI-DVI) od marca do novembra v dávkach 3-6 aplikácií mesačne. Tento prístup optimalizuje účinnosť a znižuje riziko rezistencie roztoča.



Budúce smerovanie výskumu

Otvorené otázky

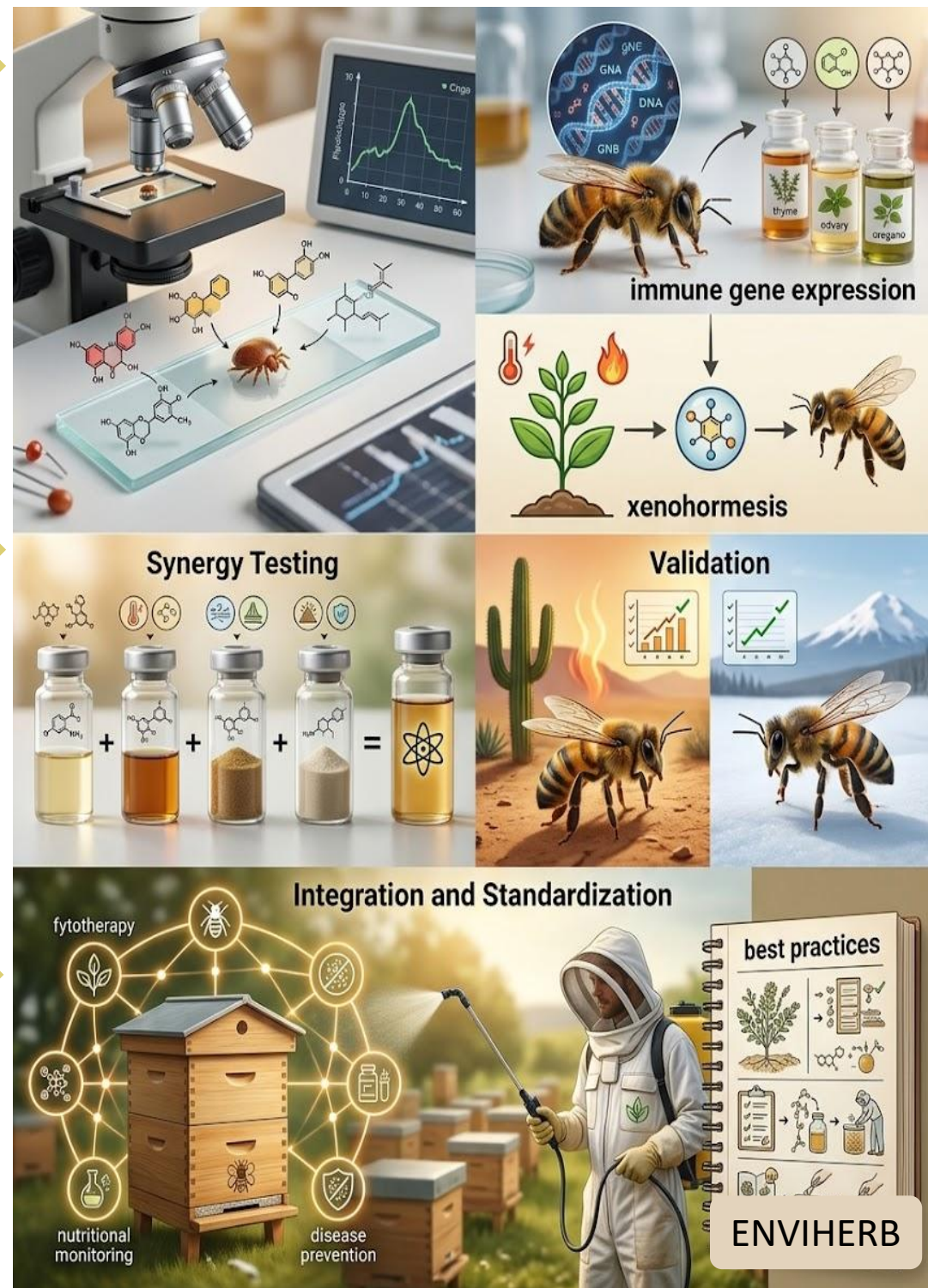
- Analýza presných mechanizmov pôsobenia jednotlivých fytochemikálií na fyziológiu roztoča.
- Štúdium vplyvu rastlinných odvarov na expresiu imunitných génov včiel (mechanizmus xenohormézy).

Ďalšie experimenty

- Testovanie synergického efektu kombinácií odvarov s ďalšími ekologickými postupmi.
- Validácia účinnosti protokolu v odlišných klimatických podmienkach a pri rôznych genotypoch včiel.

Dlhodobá vízia

- Integrácia fytoterapie do komplexného systému riadenia zdravia včelstiev.
- Štandardizácia receptúr a aplikačných protokolov pre široké využitie vo včelárskej praxi.



Záver: Hlavné prínosy pre prax



Efektívna kontrola

Fytoterapeutická liečba úspešne udržala mieru zamorenia pod prahom škodlivosti počas celého štvorročného sledovania.

Podpora vitality

Používanie rastlinných prípravkov nespôsobuje chemický stres a preukázateľne podporuje rozvoj včelstiev ($p < 0,01$).

Ekologická bezpečnosť

Voda ako základné rozpúšťadlo a absencia syntetických látok eliminujú riziko rezíduí vo včelích produktoch.

Prevenia rezistencie

Pravidelné striedanie rastlinných zložiek zabraňuje adaptácii klieštika na liečbu.

Ďakujem Vám za pozornosť.



ŠVOČ



Pod'akovanie

Tento výskum bol podporený z Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci iniciatívy NextGenerationEU (projekt č. 09I03-03-V04-00380) a Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže SR v rámci projektov VEGA 1/0443/23 a VEGA 1/0562/24.