

Univerzita Karlova v Praze  
Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií



MRAVENEC FARAON  
(*MONOMORIUM PHARAONIS L.*)  
NA ÚZEMÍ ČR

Bakalářská práce

Autor: Hana Tintěrová  
Vedoucí práce: Mgr. Dagmar Říhová

PRAHA 2014

**ABSTRAKT:**

V této práci se zabýváme etologií, výskytem a soužitím mravence faraona (*Monomorium pharaonis* L.) s lidmi.

Práce podrobně rozebírá různé aspekty chování tohoto sociálního hmyzu založené především na dělbě práce a pachové komunikaci. Ve spojitosti s výskytem v ČR je zde popsáno, jak se tento druh rozšířil z Afriky do celého světa včetně Evropy a ČR. Dále jsou poskytnuty údaje o šíření faraona na českém území.

Vzhledem k tomu, že se jedná o významného škůdce v domácnostech, skladech i nemocnicích, jsou zde také popsány metody jeho hubení.

Mravenec faraon není jediným druhem mravence, který škodí lidem svou přítomností v celoročně vytápěných budovách. Proto v práci uvádíme a stručně popisujeme též jeho příbuzné. Okrajově jsou zmíněny též možnosti chovu mravenců.

**KLÍČOVÁ SLOVA:**

mravenec faraon, *Monomorium pharaonis* L., etologie, výskyt, hubení

**ABSTRACT:**

In the present thesis, we discuss the ethology, occurrence, and cohabitation of the Pharaoh Ant (*Monomorium pharaonis* L.) with humans.

Various aspects of behaviour of this social insect based mainly on the division of labour and pheromone communication are treated in detail. Concerning the occurrence in the Czech Republic, the spread of this species from Africa to the whole world including Europe and the Czech Republic is described. Further, information on the spread of the Pharaoh Ant in the area of the Czech Republic is provided.

Since it is a common pest in households, stores, and hospitals, methods of its control are described here, too.

The Pharaoh Ant is not the only ant species whose presence in permanently heated buildings is a nuisance to humans. Consequently, in the present thesis, we deal briefly with some related species. Possibilities of rearing of the ants in laboratory are touched upon, too.

**KEYWORDS:**

Pharaoh Ant, *Monomorium pharaonis* L., ethology, occurrence, control

#### PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Dagmar Říhové s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství.

Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů.

Práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s uložením své bakalářské práce v databázi *Theses*.

V Praze dne 7. 4. 2014

Hana Tintěrová

#### PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Dagmar Říhové za odborné vedení, pečlivé a pohotové připomínkování jednotlivých verzí bakalářské práce a ochotnou pomoc při shánění podkladů. Mé poděkování dále patří RNDr. Pavlu Bezděčkovi za trpělivé vysvětlování detailů mravenčí anatomie a poskytnutí důležitých materiálů. V neposlední řadě děkuji Ing. Michalu Hadravovi za technickou podporu a cenné metodické rady a Mgr. Tomáši Tintěrovi za korekturu textu.

# OBSAH

---

1	ÚVOD	1
2	MRAVENEC FARAON JAKO SOUČÁST ČELEDI FORMICIDAE	2
2.1	Morfologie mravenců	2
2.2	Anatomie mravenců	5
2.2.1	Cévní soustava	5
2.2.2	Trávicí soustava	6
2.2.3	Dýchací soustava	6
2.2.4	Nervová soustava	6
2.3	Mravenec faraon	7
2.3.1	Vzhled	7
2.3.2	Rozmnožování	10
2.3.3	Původ, historie osidlování Evropy	11
2.3.4	Rozšíření	12
3	KOMUNIKACE A CHOVÁNÍ	14
3.1	Historie výzkumu	14
3.2	Komunikace pomocí feromonů	15
3.3	Ostatní způsoby komunikace	17
3.4	Život v koloniích	17
3.4.1	Kolonie mravenců obecně	18
3.4.2	Kolonie mravenců faraonů	18
3.4.3	Chování	20
4	MRAVENEC FARAON A ČLOVĚK	23
4.1	Negativní působení mravence faraona na lidské zdraví	23
4.2	Příbuzní faraonů	25
4.3	Chov mravenců	26
4.3.1	Vývoj přípravy krmiva v průběhu času	27
5	HUBENÍ FARAONŮ	29
5.1	Specifity boje proti faraonům	30
5.1.1	Hormonální insekticidy	30
5.1.2	Anorganické insekticidy	31
5.2	Zhodnocení účinnosti hubení, shrnutí	32
5.2.1	Dostupné přípravky k hubení mravence faraona	32
5.2.2	Chyby v likvidaci	33
6	ZÁVĚR	34
	LITERATURA	35

## SEZNAM OBRÁZKŮ

---

Obrázek 1	Hlava mravence druhu <i>Formica rufa</i> (Sadil, 1955).	3
Obrázek 2	Mravenec faraon: hlava samice (4), samce (5) a dělnice (6), tvar a chetotaxie čelního štítku a kusadel samice (7), samce (8) a dělnice (9) (Hall, 1951).	9
Obrázek 3	Šíření mravence faraona na území ČR (Bezděčka, [b.r.]).	12

## SEZNAM TABULEK

---

Tabulka 1	<i>Monomorium pharaonis</i> : taxonomické zařazení (Linnaeus, 1758).	8
Tabulka 2	Příprava potravy pro chované mravence	28

## ÚVOD

---

Mravenec faraon je nechvalně znám svou odolností a vytrvalostí, se kterou narušuje a obtěžuje svou přítomností životy lidí. Problémy způsobuje především v panelácích nebo nemocnicích, ale i skladech potravin, kde roznáší choroby a kontaminuje potraviny nebo způsobuje alergické reakce. Pokud chceme zabránit nepříjemným důsledkům přítomnosti mravence faraona v lidských stavbách, je nutné proniknout hlouběji do nitra způsobu života, porozumět jeho potravnímu, společenskému i sexuálnímu chování, pochopit ekologické vztahy, které s tímto druhem souvisí. Mravenec faraon je zástupce čeledi mravencovití (Formicidae), jedné z nejúspěšnějších skupin organismů. Tajemství úspěchu této skupiny společenského hmyzu tkví ve vzájemné pospolitosti a spolupráci, která je umožněna rozvinutou chemickou komunikací. Jejich komunikace a potravní chování je klíčem k rozluštění hádanky, jakým způsobem lze proti mravencům bojovat a jaký způsob boje je naopak neúčinný. Přitom je nutné brát v potaz ekologické dopady jednotlivých přípravků na hubení mravenců a správný způsob jejich použití. Tato bakalářská práce si klade za cíl nahlédnout do tajemství života mravence faraona, zmapovat jeho migrační historii, zhodnotit jeho škodlivost vůči lidem a vytvořit obecný úvod do problematiky hubení tohoto druhu.

V kapitole 2 bude rozebrána stavba a funkce těla čeledi mravencovití, do níž řadíme druh *Monomorium pharaonis*. Dále se zaměříme na morfologické, biologické a ekologické charakteristiky tohoto druhu. V kapitole 3 jsou shrnuty některé významné poznatky o komunikaci, která je pro všechny druhy mravenců velmi podobná, dále je zde srovnání životního cyklu mravenců faraonů s ostatními druhy mravenců. V závěru kapitoly je popis chování jedinců v kolonii mravenců faraonů. Kapitola 4 popisuje úskalí nedobrovolného soužití mravenců faraonů s lidmi, ale též se věnuje problematice chovu mravenců. V kapitole 5 se zaměřujeme na popis správného hubení faraonů a nejčastější chyby, které se při něm dělají. Kapitola 6 slouží pro shrnutí.



## MRAVENEK FARAON JAKO SOUČÁST ČELEDI FORMICIDAE

První předkové mravenců se vyvinuli z vosy (žahadlovití) během křídly. Nebylo to dříve než před 140 miliony let, nejpravděpodobněji mezi 110 a 130 miliony let (Schultz, 2000). Dnes žije na zemi nejméně 25 až 35 tisíc druhů čeledi Formicidae, z nichž většina ještě nebyla popsána. Podčeď Myrmicinae, do které patří faraoni, se pozná snadno podle dvoučlankové stopky mezi hrudí a zadečkem (Žďárek, 2013).

V této kapitole bude rozebrána stavba a funkce těla čeledi mravencovití, do níž řadíme druh *Monomorium pharaonis*. Dále se zaměříme na morfologické, biologické a ekologické charakteristiky tohoto druhu.

V podkapitole 2.1 je popsáno vnější uspořádání těla charakteristické pro všechny druhy mravenců. V podkapitole 2.2 je popis vnitřního uspořádání těla mravenců a popis jednotlivých orgánových soustav. V podkapitole 2.3 je již popsán vzhled jednotlivých kast mravence faraona, vysvětlen mechanismus jeho rozmnožování. Nakonec se v této podkapitole zabýváme problematikou původu mravence faraona, pokoušíme se nastínit historii jeho osídlování Evropy a šíření po území České republiky.

### 2.1 MORFOLOGIE MRAVENCŮ

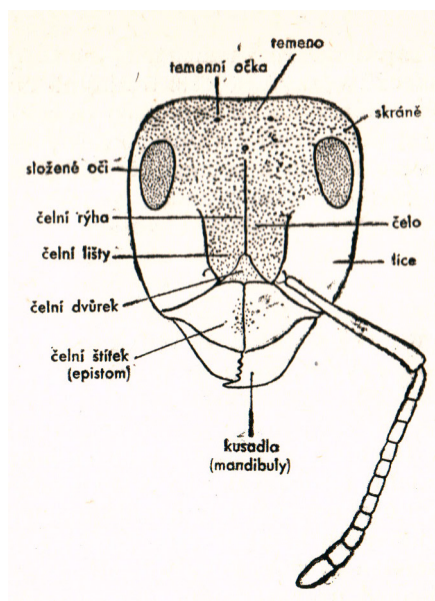
Podle (Sadil, 1955) budou popsány tři základní části těla, tj. hlava, hrud' a zadeček, a rozebrány jejich jednotlivé funkce.

Celé tělo je uzavřeno do článkovaného chitinového krunýře. Tato vnější kostra (kutikula) bývá velmi pevná a pružná. Kromě polysacharidu chitinu je tvořena i různými vosky, fenoly a bílkovinami.

Tvar hlavy je u každého druhu poněkud odlišný, ale často se liší i v rámci jednoho druhu, kdy jej má každá z kast charakteristický. Jednotlivé části hlavy jsou u všech druhů mravenců pojmenovány stejně. Na obrázku 1 jsou popsány části hlavy mravence druhu *Formica rufa*.

Tvar a velikost jednotlivých částí hlavy jsou důležitými poznávacími znaky pro zařazení mravence do taxonomického systému. Na hlavě jsou umístěny dva významné smyslové orgány – tykadla a oči.

Tykadla slouží především jako zprostředkovatel hmatu a čichu, ale poblíž základu tykadel je také umístěn tzv. chordotonální orgán, jenž umožňuje zachycovat zvukové vlny. Tykadla se u všech druhů mravenců skládají ze dvou základních částí, a těmi jsou násadec čili scapus a bičík čili flagellum. Scapus (bazální článek) je první článek tykadla (počítáno od hlavy čili od báze tykadla). Scapus je vždy nejdel-



Obrázek 1: Hlava mravence druhu *Formica rufa* (Sadil, 1955).

ším článkem tykadla – často je přibližně tak dlouhý, jako bičík, tedy jako všechny ostatní články tykadla dohromady. Článků tvořících společně bičík bývá u různých druhů mravenců různé množství. U rodu *Monomorium* je jich jedenáct. To znamená, že faraoni mají tykadla dvanáctičlenná (násadec + jedenáct článků bičíku). Bičík má několik posledních, tedy koncových čili apikálních článků ztlustělých (rozšířených), které tak tvoří tzv. kyj tykadla (apikální paličku). Ten může být složen z různého počtu článků; v případě rodu *Monomorium* je kyj tvořen třemi články, které jsou výrazně delší než zbylých osm článků bičíku [Pavel Bezděčka, písemné sdělení].

Velké složené oči se skládají z ommatidií. Ommatidia jsou navzájem si podobné segmenty, ze kterých se skládá síťovitě (složené) oko. Každé ommatidium je trvale natočeno určitým směrem. Počet ommatidií se liší jak u jednotlivých druhů, tak u samic, samců a dělnic. Sexuální jedinci mívají vyšší počet ommatidií než dělnice. Mravenčí oči nejsou schopny přizpůsobovat se vzdálenosti pozorovaného předmětu, nýbrž jsou zaostřeny na poměrně malou vzdálenost. Mravenci jsou schopni rozeznávat světlo nižších vlnových délek než lidé. Vidí tedy dobře paprsky ultrafialové, fialové, modré, zelené, žluté a oranžové, špatně však červené (Sadil, 1955).

Někdy mravenci mívají pomocné zrakové orgány – tzv. očka temenní, též bodové oči (ocellae), které slouží k prostorovému vidění.

Ústní ústrojí mravence je tvořeno především svrchními kusadly (mandibuly) a spodními kusadly (maxilly). Svrchní kusadla mravenců jsou velmi zřetelně vyvinuté orgány z chitinu, jenž jim dodává pevnost a tuhost. Slouží k rozmělnování tužší potravy, k uchopení předmětu nebo jako prostředek obrany či útoku. Spodní kusadla, umístěná na spodině hlavy za mohutnými mandibulami, jsou používána

nejen k dalšímu mechanickému zpracování potravy, ale též k čištění nohou a tykadel. Těsně před dutinou ústní (požerákem) jsou zachycovány pevné částičky v potravě pomocí příčných, dopředu ohnutých vroubků. Do dutiny ústní se tedy dostává jen tekutá potrava. Součástí ústního ústrojí je rovněž vejčitý, vtažitelný jazyk a slinné žlázy (Sadil, 1955).

Hrud' mravence dělíme obecně na následující části:

- prothorax (předohrudí) – hřbetní pronotum a břišní prosternum
- mesothorax (mezohrudí) – hřbetní mesonotum, vmezeřený mesepimerit a mesepisternit, břišní mesosternum
- metathorax (zadohrudí) – hřbetní metanotum, vmezeřený metepimerit a mesepisternit, břišní metasternum – zde se nachází ústí metasternální žlázy, která produkuje výměšek charakteristický vždy pro příslušníky jednoho hnízda (hnízdový pach)
- epinotum

U různých druhů některé části chybí (Sadil, 1955). Například mravenec faraon má srostlé pronotum a prosternum, mesonotum, mesepimerit, mesepisternit a mesepimerit a také celý metathorax s celým epinotem je srostlý v jeden celek. Hrud' je tedy u nich rozdělena pouze na tři části (Hall, 1951; Sadil, 1955).

K prothoraxu, mesothoraxu a metathoraxu se připínají 3 páry článkovaných končetin. Skládají se z kyčle, příkyčlí, stehna, holeně a chodidla (Hall, 1951). Samečkové a samičky mají ještě dva páry blanitých křídel, jeden na mesothoraxu, druhý na metathoraxu.

Při přechodu holeně v chodidlo se na přední straně holeně velmi často (také u faraonů) nachází ostruhy, což jsou výčnělky hřebínkovitého vzhledu. Na holeních předního páru nohou jsou přeměněny v čistící aparát, který je tvořen též protilehlým poněkud vyhloubeným žláznatým polštářkem a hřebínkem na prvním článku chodidla. Vzniká tak otvor jímž lze prostrčit bičík tykadla a přejížděním mezi dvěma hřebínky se tykadlo čistí. Tomuto procesu napomáhá též výměšek chodidlové žlázy, který lepí částice nečistoty k sobě pro jejich snadnější odstranění (Schönitzer – Lawitzky, 1987; Hall, 1951).

Chodidla se skládají z pěti článků, takže jsou pružná a tlumí otřesy při pohybu mravence. Dva malé drápky na posledním článku chodidla umožňují mravenci udržet se na podkladu i navzdory gravitaci (Sadil, 1955).

Zadeček je k hrudi připojen tělní stopkou (pedicel), která může být jednočlenná nebo dvojčlenná (např. mravenec faraon). U dvojčlenné stopky se článek blíže k hrudi nazývá petiolus a článek blíže k zadečku postpetiolus. Tělní stopka je velmi ohebná a pohyblivá. Pro podčeleď Myrmicinae je charakteristické, že je dvoučlenná (Nickerson et al., 2003).

Zadek bývá u dělnic a samic čtyřčlenný, u samců pětičlenný. U fa-  
raonů mají 4 články i samci. První (blíže k hlavě) ze článků zadečku  
bývá největší. Jednotlivé články zadečku se od sebe mohou v případě  
nasyčení mravence oddálit, protože jsou spojeny tzv. intersegmentální  
blankou, která je též lehce roztažitelná. Tato roztažitelnost se ovšem  
nevyužívá jen pro účely pojetí většího množství potravy, ale také má  
význam pro oplodněnou samičku, v jejímž zadečku se vyvíjí vajíčka,  
která si žádají stále více prostoru. V distální části zadečku (ta nejdále  
od hlavy) je u samiček a dělnic umístěno žahadlo. Samečci mají v  
těchto místech pohlavní orgány neboli kopulační přívěsky. Ty slouží  
jednak k přichycení samičky a jednak k samotné kopulaci. Žahadlo  
je součástí jedového aparátu, jehož základ tvoří jedová žláza. Někteří  
mravenci žahadlo nemají a výměšek jedové žlázy se tak dostává do  
řitního otvoru a pak přímo ven. Hlavní složkou výměšku jedové žlázy  
je kyselina mravenčí. Poblíž vývodu jedové žlázy ústí akcesorická (pří-  
datná) žláza, která má za úkol neutralizovat vlastní zasažené žahadlo  
popřípadě řitní vývod jedové žlázy (Sadil, 1955).

## 2.2 ANATOMIE MRAVENCŮ

V této kapitole budou stručně shrnuty poznatky převážně o vnitřním  
uspořádání těla mravence.

V podkapitole 2.2.1 je popis cévní soustavy mravenců, v podkapi-  
tole 2.2.2 je vysvětlena fyziologie a anatomie trávicí soustavy mra-  
venců, tedy jak trávicí soustava funguje a čím je tvořena, podkapitola  
2.2.3 popisuje fyziologii a anatomii dýchací soustavy, tedy jak a čím  
mravenci dýchají a v podkapitole 2.2.4 se nachází popis anatomie ner-  
vové soustavy.

Kutikula, první vrstva exoskeletu, je vlastní povrch těla a nemá bu-  
něčnou strukturu. Je to totiž výměšek pokožkových buněk, jehož pod-  
statnou chemickou součástí je chitin. Pod kutikulou je vrstva buněk  
zvaná epidermis. Nejspodnější vrstvou exoskeletu je tenká bazální  
blána.

Mravenci mají pouze příčně pruhované svaly. Jejich počet v těle je  
značný a také výkonnost je veliká (Sadil, 1955).

### 2.2.1 Cévní soustava

Cévní soustava mravenců je otevřená. Znamená to, že hemolymfa,  
tj. krvomíza (zastává funkci krve i mízy), která rozvádí živiny k jed-  
notlivým orgánům, obíhá v těle volně. Na hřbetní části zadečku za-  
číná proděravělá tenkostěnná trubice (hřbetní céva), která se rytmicky  
stahuje a roztahuje a tímto pohybem způsobuje cirkulaci hemolymfy  
a plní vlastně funkci srdce. Tato trubice pokračuje hrudí až k hlavě. V  
předních (hlavových) částech se trubice nazývá aorta. Hemolymfa se  
"srdcem" pohybuje směrem od zadečku, kde je nasáta rozšířením tru-

bice, k hlavě, odkud se volně rozlévá tělem a vrací se zpět do zadečku. Aby se hemolymfa dostala i do orgánů, které se nacházejí na tělních periferiích (například nohy, tykadla nebo žilky křídel), uplatňují se v těle mravence tzv. akcesorické pulsující orgány (též vedlejší srdce), které tam hemolymfu aktivně vhání (Sadil, 1955).

### 2.2.2 *Trávicí soustava*

Trávicí soustava začíná ústním ústrojím mravence, které je již popsáno v předchozí kapitole. Po zpracování potravy kusadly se dostává do požeráku a dále putuje do jícnu. Jícen (oesophag) je úzká a velmi dlouhá trubice, která vede až do zadečku. Pod prvním zadečkovým článkem se rozšiřuje v tzv. vole. Dalším oddílem zažívacího traktu je čerpací žaludek, za ním následuje žláznatý žaludek, dále tenké střevo a posléze konečník. Ve voleti mravenci shromažďují potravu, kterou lze v případě potřeby použít pro hladové druhy z hnízda nebo pro nakrmení larev. Proces, při němž sytý mravenec krmí svého hladového druhu nebo larvu se nazývá regurgitace (trofalaxe). Tekutá potrava nashromážděná ve voleti se tak dostává jícnem z úst sytého do úst hladového. Při trofalaxi si mravenci též předávají chemické signály. Čerpací žaludek jednou za čas přečerpává z volátka do žaludku minimální množství potravy, které je nutné k přežití jedince. V žláznatém žaludku a tenkém střevě dochází k vlastnímu trávení potravy. Do přední části střeva ústí malphigické žlázy (obdoba ledvin u obratlovců) (Sadil, 1955).

### 2.2.3 *Dýchací soustava*

Mravenci dýchají tak, že do malých otvůrků (stigmat) na povrchu těla proudí vzduch. Tomuto proudění mravenec napomáhá zvětšením objemu zadečku a jeho následným smrštěním. Stigmata jsou chráněna proti vnikání nečistot několika řadami chloupků. Na těle mravence je obvykle deset párů stigmat. Většina z nich je umístěna na zadečku. Tato stigmata jsou vlastně ústí trubic, které se v těle různě větví a proudí jimi vzduch ke všem vnitřním orgánům pomocí nesčetných drobných odnoží těchto trubic, které se nazývají vzdušnice. Na některých místech jsou vzdušnice silně rozšířené. Vytváří tak útvary zvané vzdušné vaky představující jakési přechodné zásobnice kyslíku (Sadil, 1955).

### 2.2.4 *Nervová soustava*

V každém tělním článku je jeden pár propojených nervových uzlin (ganglií), které jsou spojeny se dvěma nervovými provazci (konektivy), probíhajícími na břišní straně od hlavy až k poslednímu článku zadečku. Hlavní, tzv. mozková uzlina, je uložena v horní polovině

hlavy nad jícnem a nazývá se uzlina nadjícnová. Kromě gangliového rozeznáváme u mravenců také sympatický nervový systém, který inervuje vnitřnosti, především zažívací trakt a pohlavní ústrojí. Dále pak mravenci mají periferní nervový systém, který inervuje všechny obvodové části těla (Sadil, 1955).

### 2.3 MRAVENEC FARAON

Mravenec *Monomorium pharaonis* je znám pod jménem mravenec faraon či mravenec faraonský. Jméno mravence faraona bylo možná chybně odvozeno z tradičního výkladu, že se jedná o jednu z egyptských ran. Mravence tak pojmenoval již zakladatel zoologické nomenklatury Karl Linné a omyl pronikl i do našeho národního jména [Pavel Bezděčka, písemné sdělení]. První zmínky o mravenci faraonovi dokumentují jeho výskyt v Egyptě, údajně prý v hrobkách faraonů, což by také mohlo vysvětlovat jeho jméno (Žďárek, 2013). Tento celosvětově rozšířený mravenec je jedním z nejrozšířenějších druhů mravenců škodících v domácnostech (Nickerson et al., 2003).

Mravenec faraon patří do čeledi mravencovití (Formicidae). Tato čeleď zahrnuje druhy sociálního hmyzu, které se mohou řadit mezi nejúspěšnější v živočišné říši. Žijí v koloniích ve zbudovaných hnízdech – mraveništech. Jejich tělo je rozděleno na tři části – hlava, hrud' a zadeček. Mravenci se člení do tří základních kast – královna (gyne), samec (aner) a dělnice (ergate). Mravenčí komunikace se uskutečňuje především prostřednictvím feromonů – je tedy pachová. Feromonových stop využívají například při hledání potravy (Hölldobler et al., 1997).

V podkapitole 2.3.1 se nachází popis vzhledu dělnic, královen a samců faraonů, v podkapitole 2.3.2 shrnujeme funkci pohlavní soustavy samců a královen faraonů a popisujeme jejich pohlavní chování, podkapitola 2.3.3 uvádí současné domněnky o původu mravence faraona a průběhu osidlování Evropy tímto druhem, v podkapitole 2.3.4 jsou zaznamenány některé poznatky ohledně rozšíření mravence faraona na území České republiky.

Taxonomické zařazení mravence faraona je upřesněno v tabulce 1.

#### 2.3.1 Vzhled

U mravence faraona rozlišujeme 3 kasty: plodný samec, plodná samice (tzv. královna) a malá neplodná dělnice. V následující podkapitole bude popsán vzhled těchto jednotlivých typů podle (Hall, 1951).

##### 2.3.1.1 Dělnice

Dělnice faraona má délku 2,0–3,4 mm, tělo je rovnoměrně žlutohnědě zabarveno s řídkým ochlupením. Hlava je taktéž žluto-hnědá, obděl-

Říše:	živočichové (Animalia)
Kmen:	členovci (Arthropoda)
Podkmen:	šestinozí (Hexapoda)
Třída:	hmyz (Insecta)
Podtřída:	křídlatí (Pterygota)
Řád:	blanokřídlí (Hymenoptera)
Podřád:	štíhlopasí (Apocrita)
Čeleď:	Mravencovití (Formicidae)
Podčeď:	Myrmicinae
Tribus:	Solenopsidini
Rod:	<i>Monomorium</i>
Druh:	<i>Monomorium pharaonis</i>

Tabulka 1: *Monomorium pharaonis*: taxonomické zařazení (Linnaeus, 1758).

níkového tvaru, větší na délku než na šířku. Při čelním pohledu (směrem od hlavy k zadečku) je týlní ohraničení velmi mírně zaoblené (konkávní).

Oči umístěné po stranách hlavy (stejně jako u všech faraonů) jsou malé, černé, oválné s asi 25 ommatidii, nemají žádná ocellae. Kusadla jsou pevně stavěná, se čtyřmi nebo pěti zuby (koncový zub dlouhý a zakřivený) a charakteristické uspořádání štětín na čelním štítku a kusadlech, které je vidět na obrázku 2. Čelní štítek (clypeus) má konkávní (vypuklý) tvar, vycházejí z něj čtyři různé výčnělky. Dělnice mají stejně jako královny lomená tykadla.

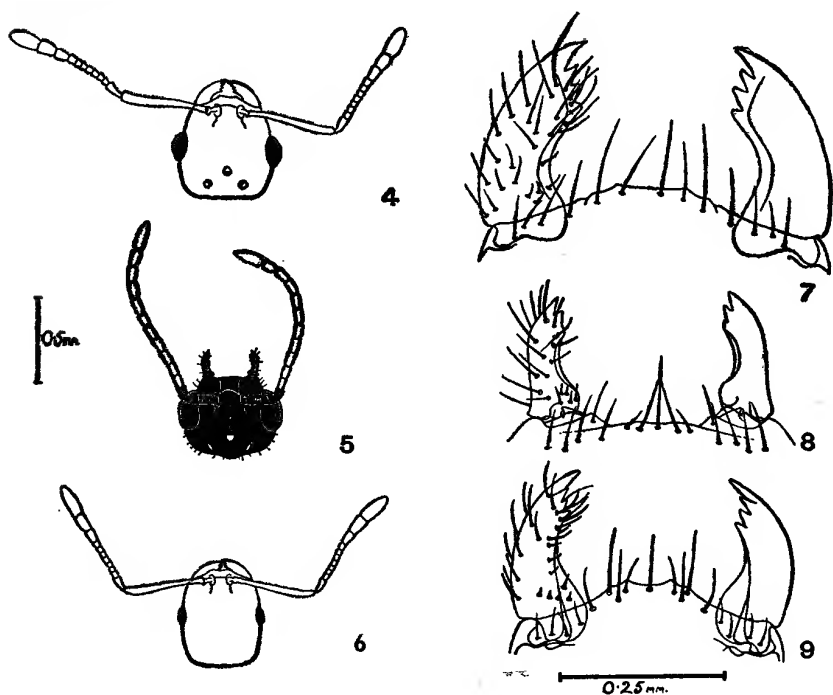
Hrud' je rovnoměrně žluto-hnědá, bezešvá, ale rýhovaná. Rýhy ji rozdělují na tři části – pronotum, mesonotum, epinotum. Z každé části vychází po jednom páru nohou. Nohy mají rovnoměrně nažloutlou barvu a jsou chlupaté.

Oválný zadeček se skládá ze čtyř článků. Jeho barva je nažloutlá s hnědými pruhy (Hall, 1951).

### 2.3.1.2 Královna

Plodná samice (královna) má z faraonů nejdelší tělo se svými 4,3 mm. Celkové zbarvení je hnědé.

Hlavu má hnědočernou, hranatou. Jsou na ní umístěny oválné oči černé barvy. Jsou poměrně velké a obsahují asi 200 ommatidií. Královny mají na hlavě také 3 ocellae. Střední je ploché a dvě boční jsou vystouplá a namířena dozadu. Hlava je nesena téměř vodorovně, takže ocellae leží poměrně v rovině. Kusadla mají mohutnou stavbu jako u dělnice, ale jiné uspořádání chlupů (chetotaxie). Chetotaxie kusadel a čelního štítku u všech tří kast je na obrázku 2. Z téměř plo-



Obrázek 2: Mravenec faraon: hlava samice (4), samce (5) a dělnice (6), tvar a chetotaxie čelního štítku a kusadel samice (7), samce (8) a dělnice (9) (Hall, 1951).

chého čelního štítku kolmo vycházejí 4 velmi malé výčnělky. Tykadla jsou velikostí a strukturou podobná tykadlům dělnic (Hall, 1951).

Hrud' je hnědá se skvrnami načernalého chitinu (Hall, 1951).

Zadeček královny je mnohem větší, vzdušné vaky méně nápadné v důsledku tmavší barvy chitinu. Zprvu mají královny křídla, krátce po narození o ně ale přicházejí (Žďárek, 2013).

### 2.3.1.3 Samec

Samec má délku 3,1 mm, jeho tělo má převážně černou barvu bez známek hnědé (na rozdíl od královen a dělnic).

Hlava je černá, velmi oblá. Samci mají velmi velké oči s cca 450 ommatidii, které jsou fialově pigmentovány. Stejně jako královna mají také samci tři ocellae. Kusadla jsou štíhlá a slabá se třemi zuby (koncový zub je dlouhý a zakřivený, přední malý). Prakticky rovný čelní štítek má charakteristické uspořádání štětín. Tykadla jsou nitkovitá (ne lomená) s krátkým černým nástavcem (scapus) (Sadil, 1955), články bičíku mají slámovou barvu a je jich 12. Všechny jsou skoro stejné a jsou dvakrát tak dlouhé než široké, jen poslední je zašpičatělý a dlouhý jako oba předposlední články dohromady.

Z černě zbarvené hrudi vychází končetiny slámové barvy (kyčel a stehno jsou černé). Na stopku, která je světlejší než hrud', nasedá černý lesklý zadeček složený ze čtyř článků.



Samec je okřídlený a nikdy se křídel nezbavuje (Hall, 1951; Nickerson et al., 2003).

### 2.3.2 Rozmnožování

Základ samčích pohlavních orgánů tvoří párovitá varlata uložená v zadní části zadečku. Varlata mají společný chámovod jímž při pohlavním spojení procházejí samčí pohlavní buňky (spermie). Z chámovodu se pak dostávají do vlastního kopulačního orgánu, jehož vnější část tvoří chitinosní penis (Sadil, 1955). Samci faraona, podobně jako samci *Carebara vidua* a samci rodu *Diacamma* přenášejí sperma ve spermatoforu. U hmyzu, včetně tří druhů mravenců uvedených výše, jsou látky tvořící spermatofor vylučovány samčími přídatnými žlázami. Spermatofory vložené přímo do samičího těla představují přechodné stadium mezi spermatofory, které jsou kladeny samcem a následně sebrány samicí, a přenesením spermatu přímo to spermatéky. Vroubkované okraje penisových laloků u mravenčích samců nejsou výjimkou. Postavení těchto zoubků během kopulace mravence faraona, v těsném dotyku s vnitřní výstelkou samičího pohlavního ústrojí, poskytuje informace o jejich funkci. Samec je pravděpodobně používá k připojení se k samici během páření. Zesílená pokožka příslušné části samičího pohlavního ústrojí ukazuje, že toto samčí přizpůsobení může samici při páření poranit (Allard et al., 2006).

Základem pohlavních orgánů samičky jsou párovité vaječníky. Nachází se v zadní části zadečku po obou stranách zažívací trubice. Vaječníky se skládají z velkého počtu oddělených vaječných tubic (ovariol). Odtud vychází samčí pohlavní buňky (vajíčka) a párovitými vejcovody se dostávají do společného vejcovodu, v jehož zvláštní vychlípenině dochází k oplodnění. Oplodněná vajíčka se pochvou dostávají ven (Sadil, 1955).

Samičky si po spáření uchovávají v těle zásobu samčího semene. Pokud tedy jednou došlo ke kopulaci, mohou snášet oplodněná vajíčka po celou dobu plodnosti. Pro uchovávání samčích pohlavních buněk slouží semenný váček propojený se společným vejcovodem. Při vlastním spáření vnikne samčí pohlavní orgán do zvláštní vychlípeniny vaginy, tzv. pářicí schránky (bursa copulatrix), kam je vstříknuta tekutina obsahující samčí pohlavní buňky. Tato tekutina se pak dostává do semenného váčku (Sadil, 1955), kde zůstává uložena pro průběžné oplodňování vajíček, ze kterých se budou líhnout samice nebo dělnice. Oplození vajíčka probíhá následovně.: Zralé vajíčko napřed putuje vejcovodem do společného vejcovodu. Poté je mocnými stahy svalů, které obklopují tento orgán, vtaženo do vychlípeniny zvané ovariální schránka. Do této schránky je současně vstříknuta potřebná dávka samčího semene ze semenného váčku. Vstříknutí je zajištěno podobnou svalovou kontrakcí. Oplozené vajíčko se z vychlípeniny vrací zpět do společného vejcovodu, pokračuje do jeho další

části a vaginou se dostává na povrch těla. Dělnice vajíčko seberou a odnesou na patříčné místo (Hölldobler et al., 1997).

K pářící aktivitě dochází, když kolonie vyprodukuje pohlavně dospělé jedince. Intervaly mezi produkcí pohlavně dospělých jedinců se pohybuje mezi cca 3 měsíci a jedním rokem. Epizody kolektivního páření se objevují v průběhu dne každé 3–4 hodiny. Každá vlna pářící aktivity je spuštěna několika vzrušenými samci a trvá 15–30 minut. Okřídlené, ale nelétající královny jsou oplodněny v hnízdě nebo na trasách dělnic v blízkosti hnízda. Mladé panenské královny produkují v Dufourově žláze a v pářící schránce pohlavní feromon s krátkým dosahem, který (ten feromon) přitahuje samce z krátké vzdálenosti (cca 6 cm) a stimuluje samčí pářící chování ve vzdálenosti 1 – 2 cm. Kopulace trvají 40 a 60 sekund v průběhu kterých se samice, které zahájily páření venku, rychle snaží dostat do hnízda a táhnou při tom samce za sebou. Kopulace obvykle končí náhle. Ve vzácných případech jsou kopulace, které trvají více než 4 minuty ukončeny samicí, která se ohne do strany a kousne samce. Samice se páří pouze jednou. Samci oplodní 2–4 samice a vzácně pouze jednu (Allard et al., 2006).

### 2.3.3 *Původ, historie osidlování Evropy*

Egypt byl dlouho považován za oblast původu tohoto druhu. Později odborníci zvažovali, že by mravenci faraoni mohli pocházet z Indie. V současnosti se jako oblast původu tohoto druhu často uvádí západní Afrika, protože nyní je velmi hojným mravencem západoafrických savan i lesů [Pavel Bezděčka, písemné sdělení], avšak i tento údaj bývá zpochybňován (Žďárek, 2013). Z tropů západní Afriky byli před více než sto lety zavlčeni do Asie, Austrálie, Severní a Jižní Ameriky.

V Evropě se faraoni objevili nejprve v druhé polovině 18. století, a to v několika středomořských přístavech. V 19. století se šířili dál, např. v roce 1828 byli nalezeni v Londýně a o padesát let později v Německu. Pronikali však i do ostatních částí světa, a tak v roce 1920 byli hlášeni třeba z japonské Ósaky. Dnes je faraon rozšířen po celé planetě (kosmopolitní druh) (Žďárek et al., 1997; Vysoký – Šutera, 2001; Nickerson et al., 2003).

V roce 1902 se uskutečnil první nález faraona v Praze (objevil ho prof. Mrázek v jedné smíchovské pekárně), podruhé se objevil v Praze ve 40. letech (pravděpodobně kvůli zvýšené obchodní komunikaci protektorátu s Německem), od té doby se nálezy na našem území množí (Žďárek et al., 1997). V roce 1942 byli nalezeni v dalších pražských pekárnách, dále pak na nádraží v Pardubicích, atd. Rozšíření centrálního vytápění, které souvisí s výstavbou panelových sídlišť, přispělo na konci šedesátých let k další vlně expanze tohoto teplomilného mravence. Rozsáhlé vytápěné prostory, vzájemně propo-

1938	•	Ústí nad Labem (budova hlavního nádraží)
1942	•	Praha
1953	•	Praha
1958	•	Olomouc
1965	•	Praha
1970	•	Praha, Olomouc
1972	•	Praha
1973	•	Pardubice
1977	•	Černá za Bory
1978	•	Praha, Olomouc
1979	•	Česká Lípa
1980	•	Olomouc
1981	•	Praha, Olomouc
1982	•	Brno, Uherské Hradiště, Uherský Brod
1983	•	Olomouc
1999	•	Česká Lípa

Obrázek 3: Šíření mravence faraona na území ČR (Bezděčka, [b.r.]).

jené teplovodními rozvody, s nadbytkem nejrůznější potravy a vody a s dostatkem vhodných úkrytů, poskytly mravencům vhodné útočiště. Kromě obytných domů obývá tento druh prakticky všechny prostory, kde je relativně stálá teplota pohybující se zhruba mezi 26,5–30°C, vlhkost okolo 80 % (Nickerson et al., 2003) a dostatek potravy. Jeho výskyt byl dokonce zaznamenán na skládce komunálního odpadu mezi zbytky tlející potravy (Červený, 2005). Přežití venku je ovšem pro faraony velmi málo pravděpodobné (Vysoký – Šutera, 2001).

#### 2.3.4 Rozšíření

Mravenec faraon je dnes rozšířen ve všech světových přístavech. Vlivem obchodu byl zanesen do všech obydlených oblastí země. V severních šířkách nehází venku, ale ve vytápěných stavbách (často jsou to panelové domy, kde se nejraději zdržují v bytových jádrech kvůli stálé optimální teplotě, vlhkosti a dostatku potravy (Žďárek et al., 1997), dále obchody, sklady, nemocnice, lékařské ordinace, prodejny s potravinami, přípravný krmiva v ZOO, nádražní WC apod.) (Vysoký – Šutera, 2001). Venku hnízdí pouze v jižních šířkách (přízpusobil se např. podmínkám v jižní Floridě) (Nickerson et al., 2003).

Z obrázku 3 je patrné, jak se mravenec faraon šířil na území České republiky dle záznamů muzejních sbírek (Bezděčka, [b.r.]).

Datace těchto sbírkových nálezů přibližně odráží okamžik příchodu faraonů. Je zjevné, že mezi první osídlená (a rovněž znovu dosažená) místa patří významné dopravní uzly.

Ačkoli je tento synantropní mravenec rozšířen po celé republice, ve všech městech a ve velkém množství obcí, v nichž se nacházejí sídliště (nebo jiné objekty celoročně zásobované teplou vodou a dálkově vytápěné), dokladů v myrmekologických sbírkách je velice málo. Aktuální doklady naprosto schází (Bezděčka, [b.r.]).

Podle (Vysoký – Šutera, 2001) byl výskyt mravenců faraonů potvrzen v těchto ortografických celcích:

- České středohoří: Krásné Březno, Mojžíř, Neštětice
- Podkrušnohorská kotlina: Všebořice
- Labské pískovce – Tisá – vojenský prostor
- Terezínská kotlina – Trávčice

Obě pohlaví (okřídlené jedince) se dosud podařilo na území ČR nalézt pouze v hnízdě pod dřevěným obložením v Mojžíři 12. 7. 1997 (Vysoký – Šutera, 2001). Tento nedostatek nálezů pohlavních jedinců je možná dán faktem, že hnízda faraonů jsou pečlivě ukrytá a královny se nevydávají na svatební lety ani na cesty za potravou, takže po většinu svého života zůstávají ukryti v hnízdě. Někdy své rodné hnízdo za svého života vůbec neopustí (Žďárek, 2013).

Nálezů ve volné přírodě na území ČR je také poměrně málo vzhledem k tomu, že jejich přežití je v těchto zeměpisných šířkách velmi málo pravděpodobné (Vysoký – Šutera, 2001):

- Tisá – vojenský prostor – několik dělnic na březovém pařezu při okraji luční cesty
- Trávčice – několik dělnic na skládce komunálního odpadu
- areál ZPA Jinonice – několik dělnic na venkovní straně topného kanálu, za teplého a slunného počasí

## KOMUNIKACE A CHOVÁNÍ

Sociální hmyz se nachází v prostředí, které se neustále mění. Mění se umístění potravy, mění se její kvalita, teplota prostředí a řada dalších faktorů, které ovlivňují život hmyzu. V takovémto prostředí se vyplatí sdílet informace mezi jednotlivými členy společenství. To je umožněno přítomností mnoha jedinců, kteří spolu dokážou vzájemně efektivně komunikovat. Když tedy nemusí každý jedinec přicházet na danou informaci sám a stačí, když ji zjistí jeden a jednoduše ji sdělí ostatním, zvýší se spolehlivost systému. Organizace práce pomocí rozdělení jednotlivých úkolů různým jedincům je efektivnější, stejně jako regulace veškeré potravní aktivity v kolonii. Vytváří se paměť pro dřívější výnosné lokality a dochází k efektivnímu výběru mezi místy, která nejsou stejně uspokojivá. Proto má sociální hmyz jistou výhodu nad hmyzem samotářským (Jackson – Ratnieks, 2006).

V podkapitole 3.1 jsme shrnuli zásadní objevy které vedly k lepšímu pochopení komunikace mravenců. Podkapitola 3.2 je věnována popisu chemické komunikace mravenců a v podkapitole 3.3 uvádíme podružné způsoby komunikace mravenců. V podkapitole 3.4 je popsáno chování jednotlivých kast mravenců faraonů, jakožto součástí jedné kolonie, přičemž uvádíme srovnání s ostatními druhy mravenců.

## 3.1 HISTORIE VÝZKUMU

V historii výzkumu komunikace mravenců jsou zásadní následující tři objevy.

V roce 1880 John Lubcock dokázal, že mravenci používají pachové stopy při shánění potravy. O osmdesát let později v roce 1960 byly identifikovány první dva feromony. Jedním feromonem byla substance včelí královny a druhým substance na vábení samců u samic bource morušového. Tyto objevy vedly k dalšímu rozvoji výzkumu chemické komunikace. Zjistilo se, že mravenci označují cesty širokou škálou feromonů produkovaných různými žlázami. Roku 1962 E.O.Wilson dokázal, že pachové stopy poskytují pozitivní a negativní zpětnou vazbu pro organizaci krmení celé kolonie.

- pozitivní zpětná vazba – dělnice zanecháním pachové stopy přiláká další dělnice, které pachovou stopu zesilují, a tím přilákají další dělnice atd.
- negativní zpětná vazba – dělnice neposílí pachovou stopu. Ta původní stopa se tedy postupně vypařuje a ztrácí schopnost přilákat další dělnice, které by ji zesílily.

Od roku 1980 se již zkoumají feromonové stezky mravenců jakožto ukázky samoorganizace. Dochází se k závěrům, že mravenčí jedinci, vybaveni sami o sobě nízkou inteligencí, jsou schopni spolupracovat a řešit problémy jako například výběr kratší cesty pro potravu nebo výběr mezi lepším zdrojem potravy. Jak to mravenci dokážou řešit nově vzniklé pole zkoumání pomocí matematických a počítačových modelů Jackson – Ratnieks (2006).

### 3.2 KOMUNIKACE POMOCÍ FEROMONŮ

Chemické látky feromony jsou pro mravence hlavním komunikačním prostředkem. Podle (Hölldobler – Wilson, 1990) používají mravenci 10–20 chemických sdělení. Každé toto sdělení má svůj určitý obecný význam.

Teritoriální feromony vylučované z různých zadečkových žláz (někdy i obsažené v trusu) slouží k označení loveckého revíru kolonie. Mravenci je aplikují při dobytí nového území. Když dělnice opouštějící hnízdo dorazí do takové oblasti, zanechají pachovou stopu. Pokud je počet dělnic dostatečný, interakce mezi členy hnízda brzy vede ke vzniku sítě kmenových stop (nejsilnější v té síti) rozšiřujících se na nově zabraném území (Fourcassie – Deneubourg, 1992).

Poplašných feromonů existuje celá řada. Některé slouží k alarmování při ohrožení hnízda nebo při loupeživých výpravách, jiné k přivolání posil při nálezů příliš velkého množství potravy nebo při setkání s vetřelcem na vlastním území (na cizím území volí jedinec v nebezpečí útěk) (Hölldobler et al., 1997).

Plodové feromony na povrchu těla larev zajišťují péči dělnic o plod. Pečující dělnice podle nich pozná stáří i potřeby dané larvy.

Výměšky párové metapleurální žlázy jsou směsí fenolických látek, která připomíná naše dezinfekční prostředky, protože ničí mikroorganismy a plísně. Mravenci je používají při úspěšném dobývání půdy pro očistu svých nových hnízd.

Další rozpoznanou aromatickou látkou mravenců je mateří feromon. Díky jeho přitažlivosti dělnice královnu opečovávají, chrání ji, vydatně krmí a čistí. Mateří feromon má též sterilizační účinek na dělnice – potlačuje u nich pářící pud a brzdí činnost vaječnicků. Dělnice tedy buď nekladou žádná vajíčka nebo jen vejce sloužící jako potravu pro královnu či jiné hladové členy hnízda (Žďárek, 2013). Speciální feromon produkovaný královnou se pravděpodobně podílí i na regulaci distribuce vysoce kvalitní potravy. Schopnost (způsobnost) královen dostávat vysoce kvalitní potravu je závislá na rozpoznání jejího reprodukčního fyziologického stavu dělnicemi i larvami (Børgesen, 1989). Královny uměle zbavené sekretů měly tedy velké potíže při získávání potravy se svých obvyklých zdrojů podle studie (Børgesen, 1989).

Pro sociální hmyz je příznačné, že jedinci sdílí užitečné informace o potravě, což jim poskytuje značnou výhodu zvláště tehdy, když jsou zdroje potravy dostačující více než pro jednoho nebo když jsou obnovitelné. Nábor pomocníků k nově objeveným zdrojům potravy se provádí prostřednictvím feromonů. Uvedeme, jakými dvěma způsoby dělnice dovádí pomocné dělnice k novému zdroji potravy. První způsob zvaný běh v závěsu (tandem running) (Žďárek, 2013; Jackson – Ratnieks, 2006) je jednodušší, protože nálezkyně své družky k místu s potravou přímo sama dovede pomocí kapičky atraktivní tekutiny vypuštěné z vysunutého žihadla. Tento atraktivní feromon naláká některou z dělnic. Dotek na nohou nebo na zadečku nálezkyně je pro ni signál, aby vyrazila směrem k nalezené potravě. Znamená to pro ni, že se jí "chytila" družka, kterou povede. Obvykle ji sleduje jen jedna a je s ní trvale v kontaktu svými tykadly. Když se kontakt přeruší, vůdkyně se zastaví a pomocí zvednutého zadečku a vypuštěného feromonu opakuje výzvu k následování. Druhý způsob spočívá v pokládání atraktivní feromonové stopy na podklad. Na podkladu tím vzniká jakási pachová stopa, která vede od hnízda až k potravě. Tvoří ji tzv. stopovací feromony (Žďárek, 2013).

Každý stopovací feromon obsahuje několik chemikálií, které se liší trvanlivostí. Feromony poskytují informaci tak dlouho, dokud nevyčpí. Doba, po kterou feromonové stopy přetrvávají určuje, jak dlouho bude tato ekologická paměť přístupná jedincům stejného druhu. U každého feromonu je to různá doba.

Dlouhodobé feromony mají nejdelší trvanlivost a poskytují dlouhodobou paměť. Mravenci je pokládají na místa s dostatkem potravy, která umožňují opakované použití další den (aktivita mravenců je diurnální<sup>1</sup>). Jsou to například alkaloidové feromony pocházející z jedové žlázy. Jedná se o velmi stabilní sloučeniny s nízkou těkavostí. Příkladem silného atraktantu je trans-2-pentyl-5(5ohex-enyl)-pyrrolidin známý jako monomorine III. Dalším takovým je 5-metyl-3-butyl-octahydroin-dolizine (monomorine I). Nicméně dlouhotrvajícím feromonem mohou být i jiné chemikálie nebo směsi chemikálií (Jackson et al., 2006).

Krátkodobé feromony rychle těkají a používají se operativně k označování cesty k současným potravním zdrojům. Vedle vábících feromonů, které vedou druhy z hnízda k potravě, existují také feromony odpudivé, které označují cestičky, které již nevedou za ničím přínosným. Tento typ feromonů řadíme též mezi krátkodobé. Toto pachové upozornění, která z větví sítě feromonových cestiček je již nepoužitelná se pokládá ihned za odbočku na takovou větev. Odpudivý feromon tedy funguje jako signál "zákaz vstupu" a je soustředěn na místech, kde se mravenec musí rozhodnout, kam půjde dál, tedy tam, kde se cestička větví. Protože je tento feromon těkavý, je cítit dostatečně dlouho dopředu a mravenec tak dostane včasné varování. Podle stu-

1 opakující se ve čtyřadvacetihodinovém cyklu

die (Robinson et al., 2005) většina dělnic tento signál respektuje. Odpudivý feromon může sloužit také jako optimalizace provozu tak, že zabrání tomu, aby jedna velmi pozitivně označená stezka nebyla využívána příliš velkým počtem mravenců naráz (Robinson et al., 2005). Přítomnost lákacího i odpudivého krátkodobého feromonu pomáhá mravencům vybrat si na rozcestí lepší větev, ale také umožní rychlejší změny ve vedení dělnic na konkrétní místa (Jackson et al., 2006).

Výhodnou strategií při shánění potravy je pamatovat si zdroje, které jsou starší a kvalitní, a zároveň být flexibilní a umět využívat nové zdroje a vybírat z nich ty lepší. Proto je v pachové stopě též informace o kvalitě potravy. Dělnice si tak může vybrat lepší zdroj, aniž by musela sama porovnávat kvalitu (Fourcassie – Deneubourg, 1992; Jackson – Ratnieks, 2006).

K označování stezek používají faraoni žihadlo. Do žihadla ústí jedová žláza i Dufourova žláza, přesto však se díky svěřačům mohou z žihadla vylučovat sekrety z dvou různých žláz odděleně. Značení zadečkem užívá mravenec když je nakrmen. Toto značení se uskutečňuje pasivně vlečením zvětšeného zadečku a může být kombinováno se značením pomocí žihadla (Jackson – Chaline, 2007). Pomocí tykadla dokáží mravenci položené feromonové stopy detekovat (Jackson et al., 2006).

### 3.3 OSTATNÍ ZPŮSOBY KOMUNIKACE

Ačkoli chemická komunikace pomocí feromonů u mravenců převládá, mohou se dorozumívat i jinými signály. Jednoduché vzkazy jsou předávány pomocí přímého kontaktu – dotyky nebo postrkováním. Když se například jedna dělnice dotkne přední končetinou hlavy druhé v oblasti labia (spodního pysku), která u lidí odpovídá zhruba jazyku, vyvolá tím u druhé dělnice něco jako dávivý reflex, který spustí regurgitaci. Většina druhů mravenců komunikuje také nepřímo zvukem. Zvuk vzniká díky stridulačnímu orgánu umístěnému na stopce, který drhne o jemné rovnoběžné výběžky na přilehlé straně zadečku. Tohoto drhnutí mravenec docílí krátkými, rychle se opakujícími pohyby zadečku směrem nahoru a dolů (Sadil, 1955). Mravenci zachycují pouze vibrace šířící se pevným substrátem. K tomuto účelu mají na končetinách zvlášť citlivé detektory. Jiným příkladem zvukové komunikace je tlučení hlavou na tvrdý povrch. Tento druh signálů sloužících k varování před nebezpečím používají hlavně druhy žijící v mrtvém dřevu nebo v komůrkách vybudovaných z rozžvýkaných vláken rostlin (Jackson – Ratnieks, 2006; Hölldobler et al., 1997).

### 3.4 ŽIVOT V KOLONIÍCH

Nejprve si v podkapitole 3.4.1 shrneme životní cyklus různých jedinců v koloniích většiny druhů mravenců, který posléze v podka-



pitole 3.4.2 srovnáme s životním cyklem u různých jedinců druhu *Monomorium pharaonis*. V podkapitole 3.4.3 je charakteristika chování mravenců faraonů, tedy jak se jedinci tohoto druhu přizpůsobují vnějším vlivům.

#### 3.4.1 Kolonie mravenců obecně

Mravenci jsou hmyz s proměnou dokonalou (úplnou). Při 27°C a 80 % vlhkosti trvá vývoj jedince 6 týdnů. Při teplotě nižší než 15°C se přestávají reprodukovat a při dlouhodobém, minimálně týdenním, poklesu teploty pod 10°C uhynou.

Mravenci mají 4 stádia vývoje. Z vajíčka (nakladeného královnou) se vylíhne bíle zbarvená beznohá larva, která je plně závislá na péči dělnic (krmení, napájení, čištění, přemísťování). Rychlost růstu larvy závisí na její výživě. Po nějaké době se zakuklí a z kukly se vylíhne dospělý mravenec – buď samice (královna) nebo samec nebo dělnice. Pohlaví svých potomků určuje jejich matka – ve spermatéce má uložené sperma od samečka ze svatebního letu, který se koná u většiny druhů mravenců a nastává jednou za život královny. Pokud královna vajíčko oplodní zásobou ze spermatéky, vznikne samička nebo dělnice. Aby se nenarodila další královna (plodná samička), vyměšuje současná královna sekret, který tomu zabrání. To dělá po většinu roku v případě, že je v plné síle. Tak vznikají dělnice. Pokud sekret přestane vylučovat, narodí se nové královny. Jejich fertilita závisí ale také na vnějších faktorech, jako je např. teplota v hnízdě v době, kdy jsou ve stádiu larvy, nebo na jejich výživě. Pokud královna uzavře vývody ze spermatéky, aby se vajíčko neoplošlo, vznikne sameček.

V době, kdy královna produkuje nové královny, rodí také samečky, aby je mohli oplodnit při tak zvaném svatebním letu, kdy okřídlení samečci a královny vylétnou z hnízda a spáří se. Oplodněné královny pak zakládají nové kolonie. Avšak jen málokterá z nich zásunbní let přežije, protože houfy mravenců poletujících ve vzduchu jsou snadnou kořistí mnoha predátorů (Hölldobler et al., 1997).

#### 3.4.2 Kolonie mravenců faraonů

Zatímco jiné druhy mravenců produkují mladé královny jednou ročně, aby mohly s mladými samečkami z hnízda podniknout nebezpečný zásunbní let a po oplodnění založit novou kolonii, mravenec faraon má v hnízdě více královen (polygynie), protože mladé královny nemusejí opouštět hnízdo a budovat od začátku novou kolonii. Pokud se chce kolonie rozdělit, jednoduše z ní odejde několik dělnic s plodem, často i nějaké mladé královny (Hölldobler et al., 1997; Žďárek, 2013). Minimální počet pro založení nového hnízda je asi 50 dělnic a stejný počet larev (Žďárek, 2013). Na novém území z plodu vyrostou královny. Neoploštěné královny plodí zpočátku jen samečky. Teprve když se

se svými syny spáří, začne se kolonie rozvíjet normálně a časem se rozmnoží do velikosti kolonie, ze které se oddělili. V jedné kolonii může být i milion dělnic. Matek bývá přibližně třináctkrát méně (Buczowski – Bennett, 2009).

Z vajíček královen se líhnou bíle zbarvené a beznohé larvy, které jsou zcela závislé na péči dělnic, které je musí krmit, napájet, čistit a přemísťovat (Rupeš, 2011). Vajíčka, larvy, kukly a samice jsou ukryty v hnízdech zpravidla na zcela nepřístupných místech. Hnízda jsou umístěna v nejrůznějších dutinách, konstrukcích bytových jader, pod obklady stěn, v konstrukcích nábytku, pod květináči nebo akvárii a na mnoha dalších místech. Mravencům faraónům vyhovuje prakticky každá malá dutina, kterou nijak neupravují. Nalézt jejich hnízdo v bytě je prakticky nemožné (Borovanský, [b.r.]). Larvy rostou tak rychle, jak rychlý je přísun potravy. Výživa larev u všech blanokřídlých ovlivňuje velikost těla v dospělosti, rozvoj reprodukčních orgánů a také příslušnost ke kastě (Chong et al., 2002). Poměr pohlaví v době páření je silně nakloněn k samicím. Počet královen je 3krát až 4krát větší než počet samců (Žák, 2007). Královny mohou žít 4–12 měsíců. Nejkratší zaznamenaná doba je 3 měsíce. Samci umírají během tří až pěti týdnů po páření (Hölldobler et al., 1997). Po nějaké době se larvy zakuklí a z kukel se líhnou dospělí mravenci, dělnice, samice a samci. Celý proces vývoje dělnice z vajíčka v dospělého jedince trvá asi 38 dní (Nickerson et al., 2003).

Pro mravence faraona je charakteristická polydomie (Buczowski – Bennett, 2009). Znamená to, že z jedné kolonie se vytváří více hnízd, která fungují vedle sebe. Hnízdní celky faraonů se chovají spíše jako spolupracující než jako soutěživé entity. Tato spolupráce je nejspíše umožněna tím, že individua ve všech hnízdech spolu geneticky souvisí, zůstávají v blízkém sousedství a i po rozdělení si mohou nadále vyměňovat jedince. Proces vytváření těchto nových hnízd se děje fragmentací hnízd hlavních a nazývá se pučení kolonie (colony budding). Vznikají tak menší části kolonie, které se následně rozrůstají. Faraoni preferují minimální velikost skupiny kolem 469 individuí (Buczowski – Bennett, 2009). Pro maximalizaci růstu kolonie se vyvinuly flexibilní reakce poměrů kast (Schmidt et al., 2011). Podle studie (Schmidt et al., 2011) jsou tělesné rozměry a poměry kast samic a dělnic v kolonii regulovány podle její velikosti (počtu jedinců). Bylo zjištěno, že menší kolonie mají tendenci produkovat více nových samic ve vztahu k dělnicím, a že tyto samice a dělnice jsou spíše větší. I v průměrné kolonii je ale relativně nízký poměr dělnic ku královnám. Na jednu královnu připadne pouze kolem 13 dělnic (Buczowski – Bennett, 2009). Na velikost samců ani jejich poměr v hnízdě však nemá velikost kolonie vliv (Schmidt et al., 2011). Faraoni tedy mají schopnost uplatnit sociální kontrolu nad poměry kast během pučení, což může přispět k jejich úspěchu jakožto invazivním mravencům (Buczowski – Bennett, 2009). Dále jsou schopni přizpůsobit počet

královen v odpovědi na dostupnost potravy a vyčerpání nebo nevyčerpání potravních zdrojů z naleziště.

Významný faktor, který má vliv na to, zda mravenci opustí zdrojové hnízdo a budou migrovat do nových hnízd je intenzita poškození tohoto hnízda. Minimální poškození podle studie (Buczkowski – Bennett, 2009) nestimuluje mravence k opuštění hnízda ani když mají v dosahu prázdná hnízda, která by mohli obsadit. Pouze velké poškození nebo přeplněnost zdrojového hnízda vede k jeho opuštění a migraci do nových hnízd.

### 3.4.3 Chování

U sociálního hmyzu se uplatňuje dělba práce – specializace na jednotlivé úkony nebo části úkonů (Jackson et al., 2004). Někteří jedinci shání potravu (krmičky), jiní pečují o plod nebo čistí hnízdo (Saidil, 1955). V rámci potravních prací ovšem také existuje specializace. U včel některé dělnice sbírají pyl, jiné vodu nebo smůlu a většina sbírá nektar. Některé objevují nové zdroje potravy, většina je však vedena pomocí speciálních tanečků. U mravence faraona existuje specializace na pokládání a detekování "stopovacích feromonů" (Jackson – Ratnieks, 2006). Podle (Jackson et al., 2006) byly rozpoznány krmičky, které jsou schopny lokalizovat a následovat dlouhodobé cesty i poté, co byly nakrmeny. Takto specializované krmičky označujeme jako "pathfinder scouts" (průzkumnice, které hledají feromonové stopy). Tyto dělnice nelokalizovaly nové zdroje potravy, ale dokázaly vždy následovat již existující trasy v pěti případech z pěti pokusů. Četnost takto specializovaných krmiček je v hnízdě přibližně 20 %, ale je možné, že tuto funkci plní pokaždé jiné dělnice (Jackson et al., 2006).

Dělba práce je spojená se zvýšením efektivity, a tedy je rozhodující pro jejich ekologický úspěch. Dříve prosazované teorie o centralizované hierarchické správě demografické struktury dělnic jsou nyní nahrazovány teoriemi o robustních a flexibilních samoorganizačních systémech kolonie (Jackson et al., 2004).

U sociálního hmyzu existují 2 vzorce dělby práce: Jeden vzorec, dočasný polyetismus<sup>2</sup>, je charakterizován dočasnou přítomností různých pracovních činností mezi jednotlivými členy, přičemž pracovní činnosti korelují s věkem. Pro druhý vzorec, morfologický polyetismus, je charakteristické, že tvar nebo velikost dělnice souvisí s jejich úkoly (Jackson et al., 2004).

Při změně sociálních či environmentálních podmínek jsou dělnice schopny flexibilně změnit roli nezávisle na věku nebo morfologii. Disponují výbornou flexibilitou chování – často řeší úkoly, se kterými se setkaly poprvé nebo střídají nepodobné úkoly. Předpokládá se, že

<sup>2</sup> polyetismus – plnění různých specifických úkolů příslušníkem roje v průběhu jeho života

každá dělnice je schopna plnit všechny úkoly požadované kolonií s výjimkou reprodukce. Jaké úkoly se budou plnit a které dělnice je budou plnit je samozřejmě závislé na kontextu (například požadavky kolonie či dostupnost úkolu). Rozhodnutí individua řešit jednotlivé úkoly je ovlivněno jeho zkušenostmi a vnitřním stavem organismu, který je určen faktory genetickými, nutričními a hormonálními. Plnění daného úkolu je dále ovlivněno informací, kterou obdrží od svých druhů (Jackson et al., 2004).

Potravní stezky mravenců jsou u sociálního hmyzu jedním z nejvýraznějších příkladů systému, který se sám organizuje. Tyto stezky jsou pozorovatelná ukázka vysoce sofistikovaného chemického komunikačního procesu a dělby práce. Vlastnosti organizovaných stezek jsou důsledkem hodnot klíčových parametrů jako např.: náhodný pohyb, věrnost trasám, rychlost pokládání feromonů, přitažlivost stezek, reakce na nábor, trvanlivost stopovacích feromonů či velikost populace (Jackson et al., 2004).

Studie shánění potravy faraona ukazují, že maximální vzdálenost od hnízda, kterou jsou dělnice ochotny překonat, je 45 metrů. V průměru se vzdalují 16,2 metrů od hnízda. Tato informace může být užitečná při ošetřování objektů proti faraonovi (Williams – Vail, 1994). Celkové potravní chování kolonie ovlivňují tyto dvě významné proměnné: přítomnost či absence nedospělých jedinců a míra hladu. Podle studie (Jackson – Chaline, 2007) bylo zjištěno, že hlad má vliv na intenzitu značení stezek. Pokud byl zdroj potravy vysoké kvality, nakrmení mravenci značili stezku od potravy do hnízda intenzivněji než mravenci, kteří se vraceli do hnízda nenakrmení. Mravenci často reagují na nedostatek potravy zvýšením aktivity spojené s jejím vyhledáváním, příjmem, krmením a ukládáním zásob. Dělnice, které pracovaly v jiné oblasti často změny svou roli a začnou se také věnovat potravním aktivitám (Jackson et al., 2004). Dále pak dojde ke změně přerozdělování potravy. Dělnice zvýší krmení larev, což může být způsobeno potřebou najít další úložný prostor pro živiny. Larvy naplněné kapalnými sacharidy tak mohou poskytnout další možnost pro budoucí zdroj energie pro aktivní dělnice nebo královny (Chong et al., 2002). Další behaviorální odpovědí na hlad u faraonů je snížení tykadel pro lepší kontakt se substrátem. Aktivní prostor feromonu s dlouhou trvanlivostí je totiž velmi malý v důsledku jeho malé těkavosti (Jackson et al., 2006).

Zajímavé však je, že i u kolonií, které byly drženy bez potravy po dobu 8 dní je efekt teritoriálního rekrutování k neoznačované oblasti mnohem silnější než rekrutování k potravě (Fourcassie – Deneubourg, 1992).

Přítomnost larev má vliv na efektivitu shánění potravy. Bylo zjištěno, že pokud jsou v hnízdě přítomny larvy, efektivita shánění potravy se snižuje. Pokud jsou totiž v hnízdě přítomni pouze dospělí

jedinci, chybí tak hlavní zdroj sociální interakce a všechny dělnice se mohou věnovat pouze shánění potravy (Jackson et al., 2006).

Ačkoli jsou nedospělá stadia sociálního hmyzu nepohyblivá, neúčastní se přímo potravních aktivit a brzdí tak vyhledávání potravy, hrají důležitou roli ve výživě jakožto potravní "sklad" a "místo", kde se potrava obohacuje (Chong et al., 2002). Dělnice ukládají různé formy sacharidů uvnitř živých tkání larev. Toto chování umožňuje dospělým jedincům mít snadno dostupný zdroj sacharidů. Také proteiny získané například z rostlinných semen, mrtvých živočichů, vajíček a larev jsou larvám dodávány nejen za účelem splnění potřeby jejich růstu. Mravenčí larvy slouží jako "žaludek" kolonie tím, že tyto materiály rozloží do stravitelných aminokyselin, které pak mohou být rozděleny ostatním členům kolonie. Avšak mladší larvální stádium (0–5 dní po vylíhnutí) je závislé na stravitelnějších formách živin získaných od starších larev.

Královný od larev dostávají tři druhy sekretů: labiální sekret, anální sekret a střevní tekutinu. Na těchto sekrecích je závislá plodnost královen. Labiální sekret je vypouštěn z oblasti okolo úst larev, anální a střevní je vypouštěn z konečníku v malých kapičkách, které královny olizují. Průměrná produkce vajíček na královnu, která má přístup k larvám je okolo 1000 za 41 dní. Královny bez larev proti tomu vyprodukovaly 360 vajíček za 41 dní. Přístup k těmto vysoce kvalitním zdrojům potravy mají královny díky speciálnímu feromonu, který je pro ně charakteristický (Børgesen, 1989).

#### 3.4.3.1 Modelování chování

K popisu vzniku mechanických procesů nebo pravidel, která tvoří základ chování kolonie, se stále častěji využívají multiagentní modely samoorganizace (Jackson et al., 2004). Neagentní modelování postupuje tzv. shora dolů. To znamená, že se snaží zkoumaný systém modelovat rovnou jako celek. Naproti tomu multiagentní modelování postupuje zdola nahoru – k pochopení systému jako celku se snaží dospět modelováním jeho jednotlivých prvků a sledováním makroskopických jevů vznikajících jejich interakcemi. Multiagentní modely chování mravenců zkoumají, jak ony mechanické procesy vznikají z nezávislých akcí individuálních dělnic [Ing. Michal Hadrava, ústní sdělení]. Individua jsou v multiagentních modelech pojímána jako unikátní samostatné entity s vlastnostmi, které mohou (kromě věku) měnit v průběhu života. Nejúspěšnější modely se zaměřily na vysvětlení určitých testovatelných vzorců (schemat) v přírodě a vždy vedly k novým důležitým poznatkům. Pomocí multiagentního modelování bylo například zjištěno, že dělnice mravence faraona mohou za určitých okolností změnit svou úlohu v hnízdě (Jackson et al., 2004).

## MRAVENEK FARAON A ČLOVĚK

---

Mravenci, kteří škodí v městském prostředí mají významný ekonomický dopad jak na průmysl zaměřený na hubení škůdců, tak na širokou veřejnost (Klotz et al., 1995). Mezi takovéto nechtěné synantropní druhy patří i mravenec faraon (Nickerson et al., 2003).

Příčinou hromadného výskytu mravenců faraonů v sedmdesátých až devadesátých letech minulého století byla stoupající úroveň bydlení. Lidé začali celoročně vytápět svá obydlí, což mravencům nahrazovalo přirozené klima jejich tropické domoviny. Výstavbou sídlišť se stali faraoni zvlášť nebezpeční, protože byty v panelových domech jsou vzájemně propojeny instalačními šachtami a tak se mravenci mohou šířit z bytu do bytu. Do sousední budovy se pak mohou dostat kanály podél rozvodů teplé vody (Žďárek et al., 1997). Problém se však netýkal jen České republiky. Například v polských nemocnicích bylo v letech 2003–04 pozorováno 20 % zamořených nemocnic, což je o něco více než v období mezi lety 1990–1995. Také ve Velké Británii bylo v roce 1981 nalezeno 11,6 % z 1.207 nemocnic napadených mravenci faraony. Kromě faraonů byly britské nemocnice napadeny ještě dvanácti druhy škůdců. V jedné nemocnici v Praze bylo oproti tomu nalezeno 23 druhů hmyzu a 5 druhů pavoukovců (Gliniewicz et al., 2006; Šrámová et al., 1992). Ačkoli tento druh mravenců působí značné škody v bytech, skladech i nemocnicích, kde obtěžují svou přítomností, znečišťují potravu nebo sterilní chirurgické nástroje, popřípadě působí alergie, najdou se i lidé, kteří se rozhodnou pro jejich chov.

V podkapitole 4.1 je shrnuto, čím mravenci faraoni škodí lidem. Na území České republiky se nachází více škůdců z čeledi Formicidae. V podkapitole 4.2 popíšeme nejvýznamnější z nich. Podkapitola 4.3 se zaměřuje na výživu mravenců chovaných v zajetí.

### 4.1 NEGATIVNÍ PŮSOBENÍ MRAVENCE FARAONA NA LIDSKÉ ZDRAVÍ

Mravenci faraóni jsou známí coby původci alergenů způsobujících průduškové astma (Kim et al., 2005). Nejsou to však jediní členovci, kteří aeroalergeny (alergeny rozptýlené ve vzduchu) vytváří. Různé předešlé studie (Bagenstose et al., 1980; Tee et al., 1988; Lierl et al., 1994; Komase et al., 1997; Focke et al., 2003) podle (Kim et al., 2005) se zaměřovaly hlavně na problém švábů, nikoli jiných členovců. Význam synantropních členovců, nejen faraonů, však stoupá díky užšímu soužití s lidmi, které je zapříčiněno změnou životního stylu: lidé častěji žijí ve městech s celoročně vytápěnými budovami a s byty propojenými

technologickými sítěmi. Díky tomu se jejich množství zvyšuje a dochází také k intenzivnějším (obvykle negativním) interakcím.

Autoři studie (Kim et al., 2005) testovali dospělé pacienty trpící bronchiálním astmatem. Podkožní injekční formou jim byl podán zředěný extrakt z mravenců pocházejících z jejich vlastních domácností a následně byla posuzována míra alergické reakce na tento alergen. Navíc byly provedeny testy na přítomnost specifických protilátek a také průduškové provokační testy, při kterých se pacienti nadechovali extraktu z mravenců ve formě aerosolu, v němž se postupně zvyšovala koncentrace extraktu, dokud se nesnížil objem tzv. usilového vdechu za minutu nebo dokud nebyla vdechnuta nejvyšší koncentrace extraktu (u kontrolních pacientů k zužování průdušek nedocházelo). Testovány byly také další alergeny, pocházející například z prachových roztočů rodu *Dermatophagoides*, švábů, koček, psů nebo různých pylů.

Skoro 70 % pacientů trpících průduškovým astmatem vykazovalo pozitivní respirační reakci na nejméně jeden inhalační alergen, jejich astma tedy bylo atopické (alergické). Zbytek pacientů trpěl astmatem domněle neatopickým (nealergickým). Ve skutečnosti však 26 % z nich bylo citlivých na alergeny pocházející právě z mravence faraona. Navíc u nich byla pozitivní reakce na faraona mnohem častější než u atopických astmatiků. Z tohoto důvodu by bylo vhodné zařadit působky pocházející z mravence faraona do seznamů alergenů běžně testovaných kožními a inhalačními testy (Kim et al., 2005).

Ukázalo se také, že přes 80 % pacientů s pozitivní kožní reakcí mělo statisticky významné množství specifických IgE protilátek proti faraonovi. Čím více měli pacienti protilátek, tím byla jejich alergická reakce silnější. Necelých 8 % účastníků studie navíc mělo izolovanou pozitivní kožní reakci na faraona, avšak na žádný z dalších použitých alergenů. Tento výsledek napovídá, že reakce na faraona nepředstavuje cross-reaktivitu (reakci na více druhů), ale specifickou odpověď (Kim et al., 2005).

Z výše popsaného je patrné, že mravenec faraon je důležitým zdrojem inhalačních alergenů a měl by být brán v úvahu jako příčina astmatu pacientů žijících v domech jím obydlených.

V nemocnicích, kde by pro zdárné léčení pacientů mělo být čisté a příjemné prostředí, nelze tolerovat žádné škůdce. Nicméně zdravotnická zařízení jsou často kolonizována různými synantropními druhy. Pohyb materiálu, mnozí nemocní lidé, četný nemocniční personál, návštěvy – všechny tyto faktory mají vliv na vytváření příznivých podmínek pro šíření škůdců (Gliniewicz et al., 2006). Ve zdravotnických zařízeních mohou mravenci faraóni působit závažné problémy. Ohrožují zdraví pacientů kontaminací různých materiálů choroboplodnými mikroorganismy, kterými se mravenci faraóni živí. Dělnice mohou přenášet více než tucet patogenů (Nickerson et al., 2003) – např. *Clostridium*, salmonellu, stafylokoka, streptokoka a *pseudomonas*

(Williams – Vail, 1993). Ve studiích (Šrámová et al., 1992) prováděných v nemocnici v Praze, bylo izolováno 224 bakteriálních kmenů z členovců ulovených v nemocnici, 90 z nich bylo rezistentních na více než tři antibiotika (Gliniewicz et al., 2006). Drobné dělnice se snadno dostanou na různá nežádoucí místa, jako třeba do krevních konzerv, mikrobiologických kultur (Rupeš, 2011), mohou proniknout také do intravenózních roztoků a hadiček (Williams – Vail, 1993). Zvýšené riziko představují pro novorozence, jelikož nemají ještě tak odolný imunitní systém, a pacienty s popáleninami (Nickerson et al., 2003). Často zalézají pod obvazy a napadají krvácející rány (Žďárek et al., 1997), do kterých se tak snadněji dostane infekce, která může způsobit i otravu krve, v každém případě však zkomplikuje proces hojení. Faraoni také pronikají do inkubátorů nedonošených dětí a dostávají se na materiály, které by měly zůstat sterilní. Dalším nezanedbatelným problémem je otřesení pacientovou důvěrou ve zdravotnické zařízení, když je napadeno mravenci, a ve schopnosti personálu léčit (Rupeš, 2011).

Stejným způsobem mohou kontaminovat i potraviny v domácnostech ve skladech, v kuchyních, kde navíc škodí ještě požerem. Napadené potraviny mohou být následně plné bakterií (Kolář, 2009; Borovanský, [b.r.]).

#### 4.2 PŘÍBUZNÍ FARAONŮ

Čeled' mravencovití (Formicidae), pod kterou mravenci faraoni spadají, zahrnuje mnoho rozličných druhů. Lidská stavení však naštěstí využívají jen některé z nich. Ve střední Evropě, tedy i v České republice škodí kromě faraonů tyto druhy mravenců: mravenec domácí (*Lasius emarginatus*), mravenec hnědý (*Lasius bruneus*), mravenec obecný (*Lasius niger*), mravenec drnový (*Tetramorium caespitum*) a mravenec dřevokaz (*Camponotus ligniperdus*). Mravenec domácí nebo jemu velmi podobný je mravenec hnědý, který venku hnízdí v dutinách stromů, může do bytu ze zahrad a dvorků proniknout časně zjara. Oba druhy jsou hnědě zbarvené. Mravenec obecný je podobný dvěma předchozím druhům a rovněž s nimi sdílí stejný taxonomický rod. Liší se však od nich svým černým zbarvením. Mravenec drnový se do bytu může dostat z blízké louky (Rupeš, 2011).

Hnědý mravenec domácí si ve volné přírodě staví hnízda v puklinách skal, pod kameny či v zemi. Na jaře a při silnějším ochlazení může pronikat do budov za vodou a potravou, výjimečně se uvnitř budov rojí a zakládají trvalá hnízda v prasklinách zdí (Sadil, 1955). Dělnice mravence domácího má tělo dlouhé 3 – 4 mm, samice pak 8 – 10 mm. Jejich kolonie jsou velké a monogyní. Samice žije až 30 let, dělnice 3 roky (Rupeš, 2013). Protože tyto mravenci pronikají do bytu obvykle v jednom místě (nejčastěji kolem oken či dveří), lze jejich nájezdům poměrně snadno zabránit vytvořením insekticidní



bariéry mezi venkovním prostředím a vnitřním prostředím objektu právě v těchto průchozích oblastech. Pro tyto účely se využívají insekticidní sprejové prostředky s reziduálními (doznívajícími) účinky (Rupeš, 2011).

Mravenec obecný, který je podobný mravenci domácímu, vytváří malé kolonie s hnízdy v zemi, pod kameny, pod dlažbou chodníků, většinou na suchých nestíněných místech. Dělnice mají 2–3,5 mm na délku (Sadil, 1955). Do lidských stavení však proniká jen výjimečně (Rupeš, 2013). Samice tohoto druhu prožila v laboratorním hnízdě 29 let, což je nejdelší zaznamenaná délka života mravence (Hölldobler et al., 1997).

Mravenec drnový je blízký příbuzným mravence faraóna, má však tmavohnědou až černohnědou barvu (Sadil, 1955) a je mnohem větší. Délka těla dělnic je 6 mm, samice jsou dlouhé přibližně 10 mm. Ve volné přírodě si tento druh zakládá hnízda na loukách, pod kameny apod. Samice mohou při rojení zalétnout i do bytů a založit tam kolonii, která bude v bytě přebývat natrvalo. Dělnice se dožívají až pěti let, samice ještě více (Rupeš, 2013). Mohou se v objektech vyskytovat společně s mravencem faraonem a stejně jako faraoni jsou aktivní i v zimě. Pro jeho hubení se používají stejné prostředky, jako pro hubení faraonů.

Mravenec dřevokaz je náš největší mravenec (Žďárek, 2013). Samice může mít délku až 18 mm, dělnice 7–14 mm, samec 9–12 mm. Jedná se o původní evropský druh, který si zakládá hnízda v odumřelém, odumírajícím nebo i živém a zdravém dřevě, především jehličnanů (Sadil, 1955). Tento druh se živí mimo jiné též medovicí mšic. To je tekutina, kterou mšice vylučují řití. Obsahuje především nestrávené cukry a některé přidané látky (Žďárek, 2013). U dřevokaze se vedle normálních dělnic vyskytují dělnice, které jsou nápadně veliké a velkohlavé. Jejich přítomnost je způsobena dostatkem potravy, který je typický pro velké kolonie. Mravenec dřevokaz si staví hnízda i v konstrukčním dřevě staveb. Pro dřevo, které mravenci kolonizovali, jsou typické drobné piliny na povrchu. Lze ho ochránit postřikem reziduálně působícími insekticidy (Rupeš, 2011).

#### 4.3 CHOV MRAVENCŮ

Mravenci se chovají pro radost nebo pro výzkumné účely. Mravenci faraoni mohou být laboratoři drženi neomezeně vzhledem k tomu, že se všechna páření odehrávají v hnízdě (Schmidt, 2010). Nejčastěji se chovají ve speciálních zařízeních (formikáriích) určených pro chov mravenců. V této podkapitole je shrnuta výživa vhodná pro chov mravenců podle (Keller et al., 1989). Pro dlouhodobý chov jsou vhodné například druhy *Iridomyrmex humilis*, *Monomorium pharaonis* a *Wasmannia auropunctata*. U těchto druhů se i v zajetí pravidelně rodí plodní samci a samice. Pro chov mravenců byla vynalezena strava,

kteřá nepodlěhá vysychání, což je jedním z nejčastějších problémů běžného krmiva. Pro chov mravenců v laboratoři bylo testováno mnoho diet, tyto diety byly více nebo méně úspěšné (podle druhu) v produkci samců a samic a chovu kolonie po delší dobu. Nicméně některé z těchto krmiv vyžadují mnoho času na přípravu, jiné se zase rychle zkazí nebo vyschnou.

V podkapitole 4.3.1 je popsáno, jak se příprava potravy pro chované mravence v průběhu času vyvíjela a zdokonalovala.

#### 4.3.1 Vývoj přípravy krmiva v průběhu času

V roce 1910 použil Wheeler (Wheeler, 1910) směs syrového vaječného žloutku, medu a cukru. Do této stravy byly pravidelně přidávány nakrájené larvy a kukly potemníka moučného.

Bhatkar a Whitcomb (Bhatkar – Whitcomb, 1970) vyvinuli v roce 1970 stravu složenou z agaru, vody, slepičích vajec, medu a vitaminů. Tato strava byla shledána jako vhodná pro několik druhů, ale je možné, že pro jiné je nedostatečná kvůli nízkému obsahu bílkovin (1 vejce/500ml vody).

O jedenáct let později učinil Banks a spol. (Banks et al., 1981) v této stravě některé drobné změny: přidal hmyz a zředěný med a zjistil, že je vhodná pro chov mravenců rodu *Solenopsis*.

Tuto stravu následně testoval Porter (Porter, 1989) a zjistil, že to neposkytuje žádnou výhodu nad stravou z hmyzu a sladké vody. Také dokázal, že opomenutí hmyzu ve stravě vyústilo téměř ve sterilitu.

V (Keller et al., 1989) je popsána nová výživa. Tato výživa je založena na té, kterou použil Banks a spol. (Banks et al., 1981). Specifický rys této výživy je, že obsahuje vysoký podíl hmyzího materiálu, což bylo shledáno jako důležitý faktor pro úspěch v chovu kolonií. Tato potrava byla testována na *Iridomyrmex humilis* – druhu, který byl neúmyslně zavlečen do USA, jižní Afriky, Austrálie a Evropy.

Problém představují druhy, kde jsou dělnice schopny žít se pouze měkkou potravou a nejsou schopny žít se krájenými potemníky, protože vysychají během asi půl hodiny (pak nejsou měkké). Proto byla vyvinuta strava, která dokáže udržet vlhkost. Toho bylo dosaženo potažením potravy parafinem. Složení této potravy je popsáno v tabulce 2.

Kostky, ve kterých jsou zapíchnutá párátka, mohou být skladovány v lednici tak měsíc. Před použitím se párátka vyjmou, což umožňuje mravencům přístup k jídlu skrz díru. Každá kolonie může být touto stravou živena dle libosti, ale jednou týdně se staré kostky odstraní, aby neshnily. Tato strava má následující výhody: Kostky mohou být skladovány po delší dobu, což snižuje pracovní náklady, nevysychá, je velmi atraktivní pro mnoho druhů jako *I. humilis*, *M. pharaonis*, *Wasmannia auropunctata* a *emphPheidole paltidula*, je dostačující pro výživu kolonií chovaných v laboratoři po dlouhou dobu.

ingredience	
vejce	4 ks
potemníci	100 g
krájené hovězí maso	150 g
cukr	10 g
sůl	5 g
kyselina askorbová	2.5 g
vitamíny	1 ml
želatina	
voda	400 ml
standardní laboratorní parafín (teplota tání nižší než 54 °C)	1000 g
postup přípravy	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vejce, sůl, cukr, maso a potemníci jsou rozmixováni ve 100 ml vody, a 5 min se vaří na pánvi.</li> <li>2. Želatina (nebo agar) se zatím zředí 400 ml vody o teplotě 50°C (agar může být ředěn ve studené vodě a pak se zahřeje na teplotu varu).</li> <li>3. Suroviny 1. a 2. se rozmixují a když je teplota okolo 50 °C, přidají se vitamíny a kyselina askorbová.</li> <li>4. Tato směs se nalije do mělké sklenice nebo kovové nádoby silné 1 cm a na 2–5 hodin umístíme do lednice.</li> <li>5. Když je směs tuhá, nakrájí se na kostky 1 cm<sup>3</sup>.</li> <li>6. Každá kostka se propíchne párátkem, jehož druhý konec se zapíchne do malého plátu polyethylenu.</li> <li>7. Kostky zafixované v polyethylenu se potom rychle ponoří do roztaveného parafínu (udržujeme při teplotě 55–60 °C v inkubátoru).</li> </ol>	

Tabulka 2: Příprava potravy pro chované mravence

HUBENÍ FARAONŮ

---

V této kapitole se budeme věnovat problému hubení mravenců faraonů. Tento druh totiž škodí požerem, přenosem zárodků nejrůznějších onemocnění, ale také jsou estetickou závadou v kuchyních, domácnostech i nemocnicích. Jejich likvidace je poměrně komplexní a zdlouhavá, proto budou nejprve uvedeny obecné zásady dezinfekce. Poté se zaměříme na jednotlivé insekticidy, které se používají pro kontrolu faraonů.

Jednou z obecných zásad dezinfekce je provádění preventivních opatření. Tato opatření jsou založena na zhoršování životních podmínek hmyzu. Důsledkem takovýchto opatření je znemožnění nebo alespoň útlum jeho rozmnožování nebo pronikání na další místa. Mezi preventivní opatření zahrnujeme úklid (Horáková, 2007), skladování potravin v dobře uzavřených, těsnících nádobách či obalech, nebo na hodně chladném místě (Borovanský, [b.r.]), uskladňování odpadů v uzavřených nádobách, pravidelnou likvidaci odpadů, čištění odpadových nádob, opatření k zamezení vnikání a usídlení hmyzu (odstranění štěrbin, otvorů), pravidelné větrání (Horáková, 2007), odstranění zbytků jídel z volného prostranství, okamžité omytí nádobí (Borovanský, [b.r.]). Mezi preventivní opatření lze zahrnout též vytvoření insekticidních bariér v místech prostupu teplovodních kanálů do domu. Insekticidní bariérou rozumíme důkladný postřik odpuzujícími spreji (Červený, 2005).

Pokud již dojde k zamoření členovci, existuje řada metod pro jejich likvidaci. Klíčem k úspěchu je vybrat pro daný druh optimální metodu. Dezinfekce se provádí mechanickými, fyzikálními, biologickými či chemickými metodami. Mezi mechanické metody patří například lepkové pastě, mechanické pastě, vysavače a plácačky na hmyz. Fyzikální metody jsou založeny především na úpravě teploty: zchlazování či zmrazování zamořeného objektu, pálení líhnišť a úkrytů atd. Biologické metody využívají přirozený mezidruhový boj. Patří k nim kočky, psi, draví ptáci, parazitický a dravý hmyz, viry, houby a bakterie. K chemickým metodám řadíme všechny druhy insekticidů (Horáková, 2007).

V podkapitole 5.1 je vysvětleno, jak fungují insekticidy na hubení mravenců faraonů a v podkapitole 5.2 zhodnotíme účinnost hubení a poskytneme praktické shrnutí.

## 5.1 SPECIFITY BOJE PROTI FARAONŮM

V boji proti faraonům byly nejprve používány jedovaté insekticidy s okamžitou účinností. Zasažené dělnice jed usmrtil, ale zbytek kolonie se po zkušenosti naučil ošetřeným plochám vyhýbat. Návnady otrávené insekticidy (nástrahy) s opožděnou účinností byly o něco úspěšnější, protože je dělnice stihly zanést do hnízda a nakrmit jimi larvy a královny dříve, než jed začal působit. Tyto přípravky ale škodily životnímu prostředí kvůli příliš pomalému rozkladu jedovatých složek. Proto se i od tohoto způsobu boje upustilo (Žďárek et al., 1997). V roce 1967 (Kolář, 2009) byly objeveny hormonální insekticidy.

Hormonální insekticidy jsou syntetické obdoby juvenilních hormonů, tak zvané juvenoidy. Jedná se o látky známé pod zkratkou IGR (Insect growth regulator), protože regulují růst a vývoj hmyzu. Přirozeně vylučované juvenilní hormony umožňují líhnutí vajíček, přeměnu larvy v kuklu a vznik dospělce. Pokud jejich vylučování ustane, vývoj hmyzu se posune k další vývojové formě (Žák, 2007). Pokud se tato látka uměle vpraví do mravenčí kolonie, nastane nepoměr v tvorbě těchto hormonů u jednotlivých mladých jedinců, nabourá se celý jejich vývojový cyklus. Zastaví se růst a vývoj plodu před dosažením pohlavní zralosti, samice se stanou neplodné. Takto zasažená kolonie již nemá šanci přežít. Účinnými látkami mohou být methopren, fenoxycarb nebo pyriproxifen. Obsahuje je přípravek Lafarex K proti mravencům farao. Jejich výhodou je nízká toxicita a ekologická nezávadnost. Nevýhodou je vysoká cena a pomalý účinek (Horáková, 2007).

Jak je uvedeno v kapitole 3, dělnice mravence faraona je schopna překonat vzdálenost až 15 metrů od hnízda jen při každodenním shánění potravy. Pučením se však mravenci dokážou za nějaký čas rozšířit takřka po jakkoli rozsáhlé budově, pokud je propojena vhodnými přístupovými cestami. Aby tedy hubení mravenců nedocházelo k jejich přesunu z neošetřených bytů, je třeba ošetřit nástrahou současně všechny místnosti zamořeného domu (Červený, 2005).

V podkapitole 5.1.1 je popsán účinek hormonálních insekticidů na kolonii faraonů, dále jsou zde uvedeny příklady látek, které řadíme mezi hormonální insekticidy (jedná se o analogy juvenilních hormonů) V podkapitole 5.1.2 je zhodnocen jeden anorganický přípravek pro hubení faraonů – kyselina boritá.

### 5.1.1 *Hormonální insekticidy*

Nejznámějším analogem juvenilního hormonu je fenoxycarb. Tato chemikálie<sup>1</sup> vykazuje IGR aktivitu proti lezoucímu hmyzu, komárům, blechám, skladovému hmyzu a některým dalším škůdcům. Fenoxycarb způsobuje malou úmrtnost dělnic, ale brání jejich nahrazování

<sup>1</sup> ethyl 2-(4-fenoxyfenoxy)ethylkarbamát

tím, že významně redukuje potomstvo, protože vyřazuje z činnosti juvenilní hormony, umožňující líhnutí vajíček a přeměnu larvy v kuklu (Williams – Vail, 1993). Podle výsledků studie (Williams – Vail, 1994) je možné vyhubit mravence faraony pomocí ošetření zamořené lokality fenoxycarbem. Tento insekticid umístěný v arašídovém másle v koncentraci 0,5 % byl aplikován jako nástraha na zrnko extrudované kukuřice. Všichni mravenci vyhnuli během šesti týdnů po ošetření. K úplné eliminaci kolonií je potřeba položit nástrahu více než jednou (Williams – Vail, 1993). A pokud není ošetřen celý objekt, nebo pokud mají mravenci nějakou přístupovou cestu, může po čase dojít ke znovuzamoření. V případě studie (Williams – Vail, 1994) to bylo dvacátý šestý týden po ošetření.

Ošetření fenoxycarbem v koncentraci 0,5 % se v této studii prokázalo jako účinnější než ošetření fenoxycarbem v koncentraci 1 %. Vyšší koncentrace chemikálie má totiž odpudivý efekt na dělnice, což bylo prokázáno v testu na akceptovatelnost fenoxycarbu v jiné studii (Williams – Vail, 1993). Podle jejich výsledků klesal počet dělnic krmících se na návnadách exponenciálně s rostoucími koncentracemi fenoxycarbu. Je možné použít též nižší koncentrace: 0,1–0,25 % (Williams – Vail, 1993).

Podle (Williams – Vail, 1993) je fenoxycarb proti faraonům stejně účinný jako komerčně dostupná nástraha Pharorid obsahující účinnou IGR aktivní látku methoprene.

Dalším příkladem analogu juvenilního hormonu je pyriproxifen. Výsledky studie (Vail et al., 1996) pomocí experimentu s obarvenými nástrahami prokázaly, že pyriproxifen je také efektivní růstový regulátor hmyzu, který účinně likviduje přirozená zamoření faraonem a může zajistit jejich dlouhodobé zvládnutí. Osm týdnů po aplikaci nástrahy obsahující pyriproxifen v koncentraci 0,5 a 1 % v arašídovém oleji umístěném na kukuřičném zrnku redukovaly většinu dělnic v ošetřených oblastech, i když nebyly insekticidem přímo zasaženy. Mezi dvanáctým a šestnáctým týdnem vyhnuli všichni mravenci. Do konce studie (20. týden) se neobjevily žádné známky opětovného zamoření.

### 5.1.2 *Anorganické insekticidy*

Anorganické přípravky jsou nejstarší, ale dodnes se používají. Z ekologického hlediska jsou nezávadné (Horáková, 2007). K eliminaci faraonů lze použít také například kyselinu boritou. Z kyseliny borité se také připravují nástrahy, avšak koncentrace účinné látky je často mnohem vyšší než 1 %. Velké dávky jsou pravděpodobně určeny k rychlé eliminaci mravenců. Po velkých dávkách mravenci sice hynou rychleji, ale není tedy dost času na roznesení návnady po celé kolonii. Bylo prokázáno (Klotz et al., 1997), že efektivní koncentrace kyseliny borité v návnadě je mnohem nižší než ta běžně používaná nebo do-

poručovaná. V nízkých koncentracích účinkuje pomaleji a nástraha je méně odpudivá. Komerčně dostupné nástrahy mají formu sirupů, gelů a granulí. Nově se vyrábí též tekutá forma na vodní bázi s cukrem sloužícím jako atraktant. Výhody kyseliny borité jsou opožděný účinek, který umožní roznesení po celé kolonii, pokud je přípravek použit ve správné koncentraci, rozpustnost ve vodě a ekologická nezávadnost (Klotz et al., 1997).

## 5.2 ZHODNOCENÍ ÚČINNOSTI HUBENÍ, SHRNUÍ

Mravenci faraoni se nejčastěji hubí pomocí hormonálních insekticidů umístěných na návnadě. Návnada spolu s insekticidem tvoří nástrahu. Zamoření je možno kompletně eliminovat též pomocí anorganické kyseliny borité umístěné na návnadě ve správném poměru. Roznos nástrahy mezi jednotlivými kastami závisí na jejím složení a také na stupni vyhladovělosti kolonie (Chong et al., 2002). Bylo prokázáno, že je to vlastní hlad té které jednotlivé dělnice, jenž určuje její tendenci krmit se určitými druhy potravy (Jackson et al., 2004). Sacharidovou a proteinovou potravu dávají dělnice aktivně všem larválním stádiím stále ve stejném poměru bez ohledu na dobu jejich hladovění, ale olej byl předáván jen na základě prodlouženého období hladovění. Počet larev přijímajících potravu od dělnic je vyšší, pokud je kolonie vyhladovělá. Aktivněji je potravu přinášena starším larvám – 5–15 dní po vylíhnutí. Insekticidy umístěné v návnadě, která obsahuje proteiny a sacharidy budou zřejmě s vyšší pravděpodobností předány různým larválním stádiím faraona. Potenciál pro vyhubení se také zvýší, pokud je kolonie vyhladovělá a tím pádem se zvyšuje příjem potravy larvami (Chong et al., 2002).

V podkapitole 5.2.1 jsme poskytli přehled přípravků na hubení mravence faraona a v podkapitole 5.2.2 je shrnuto, k jakým chybám nejčastěji při hubení faraonů dochází, pokud se o něj pokouší neodborníci.

### 5.2.1 Dostupné přípravky k hubení mravence faraona

K hubení mravence faraona se běžně používají přípravky s následujícími obchodními názvy: Lafarex K, Faracid, Faraonstop, Maxforce Quantum, Proemon M, Faratox forte (Horáková, 2007).

Lafarex K je nástrahový insekticid. Jedná se o juvenilní hormon, jehož účinnou látkou je 0,5 % S-Methopren (methyl-ethyl-11-methoxy-3,7,11-trimethyl-2,4-dodekadienoát) (Lach-Ner, s.r.o., 2012).

Faracid je sprejový dezinfekční přípravek. Jeho účinnou látkou je chlorpyrifos 0,4 %. Chlorpyrifos patří do třídy insekticidů zvaných organofosfáty (Racke, 1993). Organofosfáty jsou estery kyseliny ortho-, thio-, pyro-fosforečné. Všechny organofosfáty mohou mít díky své rozpustnosti v tučích ochranný voskový povrch (mikrokapsule), který

usnadňuje pronikání do těla hmyzu. Jedná se o nervový jed. Jsou však toxické i pro teplokrevné živočichy (Horáková, 2007).

Faraonstop ve formě vodního spreje obsahuje tyto účinné látky: 0,02 % deltamethrin, 0,05 % esbiol (S-bioallethrin) a 0,03 % piperonyl botoxid. Tento insekticid patří do třídy syntetických pyrethroidů. Jedná se o látky obsahující nervový jed s velmi rychlým, avšak krátkodobým účinkem. Do hmyzího těla se dostává kontaktem s jeho povrchem. Na tento přípravek s repelentními vlastnostmi vzniká brzy rezistence. Pro teplokrevné živočichy není příliš toxický, pro hmyz a ryby je toxicita vysoká (Horáková, 2007).

Tekutá nástraha Maxforce Quantum obsahuje neurotoxin 0,03 % imidacloprid. Imidacloprid patří do skupiny pesticidů označovaných jako neonicotinoidy kvůli jejich chemické podobnosti s nikotinem. Proemon M je nástraha ve formě pasty. Její složky tvoří komplex alditolů a kyseliny di-glycerolborité, kombinace insekticidu a juvenoidu (celkem 4–5 %) (Horáková, 2007).

Přípravek Faratox forte je hnědě zbarvená granulovaná nástraha. Obsahuje 0,001 % účinné látky – fipronylu. Mravence faraony vyhubí do týdne (Rupeš, 2013).

### 5.2.2 Chyby v likvidaci

Opětovné napadení nastává tehdy, pokud účinná látka zasáhla pouze dospělé a nedospělá stádia přežila – ta mají dost zásob živin a mohou postupně vyrůst v novou generaci dělnic. K tomu dochází například při použití insekticidních sprejů. Ty totiž postihnou převážně dělnice shánějící potravu. Většina kolonie tedy přežije ošetření. Pro zachování kolonie stačí jen málo dělnic a larev (asi 5 dělnic a 50 larev). Proto nelze těmito prostředky kompletně eliminovat zamoření (Williams – Vail, 1994).

Další chybou při hubení mravenců faraonů bývají příliš vysoké koncentrace insekticidu v nástraze. To pak způsobí, že mravenci nástrahu buď nepožijí, protože je vysoká koncentrace insekticidu odpuzuje, nebo daného jedince zahubí dříve než stihne obsah svého žaludku předat larvám.



## ZÁVĚR

V této práci jsme se pokusili shrnout nejvýznamnější poznatky o mravenci druhu *Monomorium pharaonis*. Radíme je mezi sociální hmyz, z čehož plyne, že život v koloniích, komunikace a dělba práce pro ně mají nezastupitelný význam.

Kapitoly o anatomii a morfologii by měly sloužit k utvoření představy o vzhledu a funkci jejich těla. Hlavním mravenčím smyslem je čich, který sídlí v charakteristicky zalomených dlouhých tykadlech.

K výskytu je důležité zmínit, že mravenec faraon je celosvětově rozšířený synantropní druh, který je vyjma tropických oblastí zcela závislý na vytápěných budovách. Lidé trpí nedobrovolné soužití s faraony nejčastěji proto, že dělají chyby v jejich likvidaci. Často pak mravenci škodí v domácnostech a nemocnicích přenášením patogenů, znečištěním potravin, obtěžováním zraněných pacientů, ale též mohou u některých jedinců vyvolávat alergie.

V této práci je vysvětleno, proč odpuzující či okamžitě zabíjející postřiky nejsou vhodné jako metoda likvidace, ale spíše jako bariéra proti vstupu. Naopak vhodnými přípravky k hubení jsou takové, které neodpuzují, ale lákají ke konzumaci. Říkáme jim nástrahy. Patří mezi ně například Lafarex K, Faracid, Faraonstop, Maxforce Quantum, Proemon M a Faratox forte.

Etologie a s ní související komunikace mravence faraona, je velmi atraktivním tématem, o čemž svědčí i fakt, že je předmětem mnoha studií souvisejících s tímto druhem. Proto je jí v této práci věnována tak velká část. Na druhou stranu, co se týče výskytu mravence faraona na území ČR a historie jeho šíření, práce nepodává příliš obecné a shrnující informace, protože nebyly k nalezení téměř žádné relevantní zdroje informací řešících zmíněné téma. K doplnění této neprobádané oblasti by bylo možno navázat v dalších výzkumech.

## LITERATURA

---

- ALLARD, D. et al. Sperm transfer during mating in the pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis*. *Physiological Entomology*. SEP 2006, 31, 3, s. 294–298. ISSN 0307-6962. doi: {10.1111/j.1365-3032.2006.00519.x}.
- BAGENSTOSE, A. H. et al. Inhalant allergy due to crickets. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 1980, 65, 1, s. 71–74. ISSN 0091-6749. doi: {10.1016/0091-6749(80)90180-3}.
- BANKS, W. A. et al. Techniques for collecting, rearing, and handling imported fire ants. *Science and Education Administration Publications*. 1981, AAT, NS-21, s. 1–9. ISSN 0193-3817.
- BEZDĚČKA, P. Přehled dokladů mravence *Monomorium pharaonis* v myrmekologických sbírkách v České republice. [Nepublikováno], [b.r.].
- BHATKAR, A. – WHITCOMB, W. H. Artificial diet for rearing various species of ants. *Florida Entomologist*. 1970, s. 229–232.
- BØRGESSEN, L. W. A new aspect of the role of larvae in the pharaoh's ant society (*Monomorium pharaonis* (L.) - Formicidae, Myrmicinae): Producer of fecundity-increasing substances to the queen. *Insectes Sociaux*. 1989, 36, 4, s. 313–327.
- BOROVANSKÝ, P. *Hubení mravenců: mravenec faraon (Monomorium pharaonis)* [online]. [b.r.]. [cit. 23. 3. 2014]. Dostupné z: <<http://www.naturabor.cz/obsah/mravenec-faraon>>.
- BUCZKOWSKI, G. – BENNETT, G. Colony Budding and its Effects on Food Allocation in the Highly Polygynous Ant, *Monomorium pharaonis*. *Ethology*. NOV 2009, 115, 11, s. 1091–1099. ISSN 0179-1613. doi: {10.1111/j.1439-0310.2009.01698.x}.
- ČERVENÝ, M. *Mravenec faraon - Monomorium pharaonis* [online]. 2005. [cit. 23. 3. 2014]. Dostupné z: <<http://www.priroda.cz/lexikon.php?detail=516>>.
- CHONG, A. et al. Effects of starvation on nutrient distribution in the Pharaoh ant, *Monomorium pharaonis* (Hymenoptera: Formicidae) workers and various larval stages. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Urban Pests*. Pocahontas Press, Inc. Blacksburg, Virginia, USA, s. 121–127, 2002.
- FOCKE, M. et al. Specific sensitization to the common housefly (*Musca domestica*) not related to insect panallergy. *Allergy*. MAY

- 2003, 58, 5, s. 448–451. ISSN 0105-4538. doi: {10.1034/j.1398-9995.2003.00126.x}.
- FOURCASSIE, V. – DENEUBOURG, J.-L. Collective exploration in the ant *Monomorium pharaonis* L. *Biology and Evolution of Social Insects*. 1992, s. 369–373.
- GLINIEWICZ, A. – SAWICKA, B. – MIKULAK, E. Pest control and pesticide use in hospitals in Poland. *Indoor and Built Environment*. FEB 2006, 15, 1, s. 57–61. ISSN 1420-326X. doi: {10.1177/1420326X06062235}. 2nd International Conference on the Quality of the Indoor Environment in Hospitals, Prague, Czech Republic, OCT 6-7, 2005.
- HALL, D. W. Studies in Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). (6) External characters, size variation and cephalic ratios. *Entomologists Monthly Magazine*. 1951, 87, s. 217–221.
- HÖLLDOBLER, B. et al. *Cesta k mravencům*. Academia, 1997. ISBN 9788020006127.
- HÖLLDOBLER, B. – WILSON, E. O. *The ants*. Harvard University Press, 1990.
- HORÁKOVÁ, J. *Základy dezinfekce, dezinfekce a deratizace v potravinářství*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2007. doi: ISBN978-80-7305-014-6.
- JACKSON, D. et al. An agent-based behavioural model of *monomorium pharaonis* colonies. In MARTIN-VIDE, C. AND MAURI, G. AND PAUN, G. AND ROZENBERG, G. AND SALOMAA, A. (Ed.) *Membrane Computing, 2933 / Lecture Notes in Computer Science*, s. 232–239, Heidelberger Platz 3, D-14197 Berlin, Germany, 2004. Rovira Virgili Univ, Res Grp Math Linguist; European Mol Comp Consortium; MolCoNet Project; EU Commiss, Springer-Verlag Berlin. ISBN 3-540-20895-X, International Workshop on Membrane Computing, Tarragona, Spain, JUL 17- 22.
- JACKSON, D. E. et al. Longevity and detection of persistent foraging trails in Pharaoh's ants, *Monomorium pharaonis* (L.). *Animal Behaviour*. FEB 2006, 71, 2, s. 351–359. ISSN 0003-3472. doi: {10.1016/j.anbehav.2005.04.018}.
- JACKSON, D. E. – CHALINE, N. Modulation of pheromone trail strength with food quality in Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis*. *Animal Behaviour*. SEP 2007, 74, 3, s. 463–470. ISSN 0003-3472. doi: {10.1016/j.anbehav.2006.11.027}.
- JACKSON, D. E. – RATNIEKS, F. L. W. Communication in ants. *Current Biology*. AUG 8 2006, 16, 15, s. R570–R574. ISSN 0960-9822. doi: {10.1016/j.cub.2006.07.015}.

- KELLER, L. – CHERIX, D. – ULLOA-CHACON, P. Description of a new artificial diet for rearing ant colonies as *Iridomyrmex humilis*, *Monomorium pharaonis*, and *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes Sociaux*. 1989, 36, 4, s. 348–352. ISSN 0020-1812. doi: {10.1007/BF02224886}.
- KIM, C. W. et al. Pharaoh ant (*Monomorium pharaonis*): Newly identified important inhalant allergens in bronchial asthma. *Journal of Korean Medical Science*. JUN 2005, 20, 3, s. 390–396. ISSN 1011-8934.
- KLOTZ, J. H. – VAIL, K. M. – WILLIAMS, D. F. Liquid boric acid bait for control of structural infestations of Pharaoh ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*. APR 1997, 90, 2, s. 523–526. ISSN 0022-0493.
- KLOTZ, J. J. et al. A survey of the urban pest ants (Hymenoptera, Formicidae) of peninsular Florida. *Florida Entomologist*. MAR 1995, 78, 1, s. 109–118. ISSN 0015-4040. doi: {10.2307/3495674}.
- KOLÁŘ, V. Hubení skladištních škůdců. Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2009.
- KOMASE, Y. et al. IgE antibodies against midge and moth found in Japanese asthmatic subjects and comparison of allergenicity between these insects. *Allergy*. JAN 1997, 52, 1, s. 75–81. ISSN 0105-4538. doi: {10.1111/j.1398-9995.1997.tb02548.x}.
- LACH-NER, s.r.o. *Lafarex-K* [online]. 2012. [cit. 23. 3. 2014].  
Dostupné z:  
<[http://www.lach-ner.cz/files/128\\_Lafarex\\_K\\_N\\_v2\\_CZ.pdf](http://www.lach-ner.cz/files/128_Lafarex_K_N_v2_CZ.pdf)>.
- LIERL, M. B. – RIORDAN, M. M. – FISCHER, T. J. Prevalence of insect allergen-specific IgE in allergic asthmatic children in Cincinnati, Ohio. *Annals of Allergy*. JAN 1994, 72, 1, s. 45–50. ISSN 0003-4738.
- NICKERSON, J. C. – HARRIS, D. L. – FASULO, T. R. Pharaoh ant, *Monomorium pharaonis* (Linnaeus) (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). *DPI Entomology Circular*. 2003, 256.
- PORTER, S. D. Effects of diet on the growth of laboratory fire ant colonies (Hymenoptera, Formicidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. APR 1989, 62, 2, s. 288–291. ISSN 0022-8567.
- RACKE, K. D. Environmental fate of chlorpyrifos. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 1993, 131, s. 1–150. ISSN 0179-5953.
- ROBINSON, E. J. H. et al. Insect communication - 'No entry' signal in ant foraging. *Nature*. NOV 24 2005, 438, 7067, s. 442. ISSN 0028-0836. doi: {10.1038/438442a}.

- RUPEŠ, V. *Faraóni nejsou zváni* [online]. Říjen 2011. [cit. 23. 3. 2014].  
Dostupné z:  
<<http://www.panelplus.cz/cz/625.faraoni-nejdou-zvani>>.
- RUPEŠ, V. *Škodlivé druhy mravenců v ČR a možnosti jejich hubení*  
[online]. Březen 2013. [cit. 23. 3. 2014]. Dostupné z:  
<<http://www.tred.cz/data/ext-7.pdf>>.
- SADIL, J. *Naši mravenci*. Orbis, 1955.
- SCHMIDT, A. M. et al. Queen-worker caste ratio depends on colony size in the pharaoh ant (*Monomorium pharaonis*). *Insectes Sociaux*. MAY 2011, 58, 2, s. 139–144. ISSN 0020-1812. doi: {10.1007/s00040-010-0126-x}.
- SCHMIDT, A. M. The invasion biology and sociogenetics of pharaoh ants. Dizertační práce, University of Copenhagen, Faculty of Science, Department of Biology, 2010.
- SCHÖNITZER, K. – LAWITZKY, G. A phylogenetic study of the antenna cleaner in Formicidae, Mutillidae, and Tiphiidae (Insecta, Hymenoptera). *Zoomorphology*. 1987, 107, 5, s. 273–285.
- SCHULTZ, T. R. In search of ant ancestors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. DEC 19 2000, 97, 26, s. 14028–14029. ISSN 0027-8424. doi: {10.1073/pnas.011513798}.
- ŠRÁMOVÁ, H. et al. Epidemiological role of arthropods detectable in health facilities. *Journal of Hospital Infection*. 1992, 20, 4, s. 281–292.
- TEE, R. D. et al. Occupational allergy to locusts: an investigation of the sources of the allergen. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. MAR 1988, 81, 3, s. 505–508. ISSN 0091-6749.
- VAIL, K. M. – WILLIAMS, D. F. – OI, D. H. Perimeter treatments with two bait formulations of pyriproxyfen for control of Pharaoh ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*. DEC 1996, 89, 6, s. 1501–1507. ISSN 0022-0493.
- VYSOKÝ, V. – ŠUTERA, V. *Mravenci severozápadních Čech*. Albis International, 2001. ISBN 9788086067568.
- WHEELER, W. M. *Ants: their structure, development and behavior*. Columbia University Press, 1910.
- WILLIAMS, D. F. – VAIL, K. M. Control of a natural infestation of the Pharaoh ant (Hymenoptera, Formicidae) with a corn grit bait of fenoxycarb. *Journal of Economic Entomology*. FEB 1994, 87, 1, s. 108–115. ISSN 0022-0493.

- WILLIAMS, D. F. – VAIL, K. M. Pharaoh ant (Hymenoptera, Formicidae): fenoxycarb baits affect colony development. *Journal of Economic Entomology*. AUG 1993, 86, 4, s. 1136–1143. ISSN 0022-0493.
- ŽÁK, P. Dřevo jako nejpůvodnější konstrukční materiál objektů Muzea vesnice jihovýchodní Moravy a jeho ochrana. Bakalářská práce, Filozofická fakulta Masarykovy univerzity v Brně, 2007.
- ŽĎÁREK, J. *Hmyzí rodiny a státy*. Academia, 2013.
- ŽĎÁREK, J. – BARTOŠ, L. – ŠVORČÍK, I. *Hmyzí státy*. Ústav organické chemie a biochemie Akademie věd ČR, 1997. ISBN 9788090213074.

#### TIRÁŽ

Tento dokument byl vysázen za použití šablony `classicthesis`, kterou vytvořil André Miede. Šablona byla inspirována klíčovou knihou o typografii *The Elements of Typographic Style* Roberta Bringhurma a je dostupná pro  $\text{\LaTeX}$  a  $\text{\LyX}$ :

<http://code.google.com/p/classicthesis/>

Zdrojový kód dokumentu poskytneme na vyžádání:

[hana.tin@seznam.cz](mailto:hana.tin@seznam.cz)