

STAV HLTANOVÝCH ŽLÁZ A VAJEČNÍKŮ DĚLNIC VČELY MEDONOSNÉ (*APIS MELLIFERA L.*) V OBDOBÍ ROZVOJE VČELSTEV A ROJENÍ

A. Přidal, H. Háslbachová, S. Kubišová

Došlo: 16. června 1997

Abstract

PŘIDAL, A., HÁSLBACHOVÁ, H., KUBIŠOVÁ, S.: *Condition of hypopharyngeal glands and ovaries in honeybee workers (*Apis mellifera L.*) during growth and swarming of colonies.* Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun. (Brno), 1997, XLV, No. 3-4, pp.: 51-58

Influence of environmental factors on development of hypopharyngeal glands and of ovaries in honeybee workers was studied in order to confirm or to refute the correlation between development of hypopharyngeal glands and ovaries in bee workers during swarming in colonies.

Experiments were carried out in five and in four colonies respectively which were artificially aimed at swarming. Young honeybee workers hatched in a thermostat were marked and put into their maternal colonies (ten individuals each). These selected individuals were weekly selected in the age of one, two, three and four weeks respectively, killed and fixed. Each individual was dissected to follow the condition of hypopharyngeal glands and ovaries. Data obtained were statistically evaluated.

In some honeybee workers starting development of ovaries was observed before swarming. Regardless of the fact that honeybee workers aged three and four weeks respectively with developing ovaries showed also developing hypopharyngeal glands ($P < 0.05$), correlations of statistically significant level were observed only individually, but they could not be significantly evidenced. Statistically significant differences in the development of hypopharyngeal glands followed after three weeks of honeybee workers age regardless of swarming ($P < 0.01$). In swarming or in queenless colonies the condition of hypopharyngeal glands and of ovaries in honeybee workers was still higher than in non-swarming colonies ($P < 0.01$). Increase in hypopharyngeal glands development was evidenced especially in four weeks aged individuals in colonies with later swarming and/or queenless. During early spring all colonies showed an identical development of hypopharyngeal glands up to the first symptoms of ovarian growth which followed at time of oviposition into queen cups. We do not presume any relation between these two phenomena.

How the above factology relates to or reflects in the swarming is discussed.

Apis mellifera, hypopharyngeal glands, ovaries, swarming

Ačkoli včelařská praxe obecně předpokládá výrazný rozvoj vaječníků v období rojení a tím i související konzumací mateří kašíčky, KROPÁČOVÁ et HÁSLBACHOVÁ (1970) uvádí, že před rojením nedošlo u žádného včelstva k výraznému rozvoji vaječníků (více jak II. stupeň) a byl zřejmý

i vliv sezónnosti. Těsně před vyrojením včelstva byl rozvoj vaječníků průkazně nižší, než u vzorků včel před třemi týdny. K rozvoji vaječníků došlo až po vyrojení. Ačkoli včelstva byla zootechnicky vedena záměrně k vyrojení, nepodařilo se vyrojit všechna včelstva. KUBIŠOVÉ et HÁSL-

BACHOVÉ (1985) se nepodařilo potvrdit konzumaci mateří kašičky pomocí výpočtu korelačního koeficientu mezi vaječníky a hltanovými žlázkami u dělnic pocházejících ze včelstev s rojovou náladou.

Včely z roje mají hltanové žlázy i vaječníky ve vyšším stupni rozvoje (ŽEREVKIN et al., 1970), než včely z mateřského včelstva z čehož se usuzuje, že rojové včely jsou vlastně fyziologicky mladé. To souvisí s tím, že nebyla zjištěna žádná souvislost mezi tvarem a velikostí acin hltanových žláz, kvantitou a kvalitou bílkovinných frakcí sekretů těchto žláz (KROPÁČOVÁ, HÁSLBACHOVÁ, PAVEL, 1970; HALBERSTADT, 1966, 1980).

Novější studie udávají, že věk dělnic sice hraje důležitou roli v činnosti hltanových žláz, avšak kontakt včel s plodem ovlivňuje aktivitu těchto žláz přímo (HUANG et al., 1989). Juvenilní hormon řídí činnost hltanových žláz. Z dalších činitelů nutno uvést zvýšenou teplotu a obsah oxidu uhličitého. Zduřelé žlázy nemusí bezprostředně tvořit bílkoviny (HUANG et al., 1989*).

Plod včely medonosné stimuluje rozvoj hltanových žláz dělnic prostřednictvím chemického signálu směsi 10 esterů mastných kyselin identifikovaných v kutikule larev (MOHAMMEDI et al., 1996). A dále se uvádí, že zimní včely mají oproti letním včelám sníženou aktivitu hltanových žláz, ale ta se prudce zvyšuje na jaře při rozplodování se včelstva (BROUWERS, 1982).

Cílem této studie bylo zjistit vliv vnějšího prostředí na rozvoj hltanových žláz a vaječníků dělnic a potvrdit či vyvrátit existenci korelačního vztahu mezi rozvojem hltanových žláz a vaječníků dělnic v období rojové nálady včelstva.

MATERIÁL A METODY

Pokusy byly uspořádány na včelíně Ústavu zoologie a včelařství MZLU v Brně. Na tomto včelíně byly chovány včely kraňského plemene (A. m. carinica) umístěné v úlech s rámkovou mírou 370 mm x 300 mm.

Pokusy probíhaly po dobu dvou let od 21.4.1993 do 18.6.1993 a v následném roce od 20.4.1994 do 24.6.1994. V prvním roce proběhl pokus v 5 včelstvech (včelstva č. 1,3,4,7,8) a v následujícím roce pak ve 4 včelstvech (včelstva č.4,7,8,18).

Včelstva byla záměrně vedena zootechnickými postupy tak, aby se vyrojila (tzn. včelstvo udržováno pouze v plodišti, utepleno, neumožňování stavby). Veškeré zásahy do včelstev a rozsah plodu byl průbežně zaznamenáván.

1. Každý týden během pokusu byl odebrán z každého včelstva 1 plášt s vybíhajícím plodem a uložen v označeném izolátoru do termostatu. Zde plasty zůstaly 48 h při teplotě 34–35°C. Vyběhlé mladušky byly značeny acetonovou barvou na štítku hrudi. Takto označené mladušky byly vráceny mateřským včelstvům ve vzorcích po 200ks. Každá vylihlá série (=každý týden) byla značena odlišnou barvou (bílá, žlutá, červená, modrá, zelená), takže 4 týdny po zahájení pokusu byly postupně ve včelstvu přítomni jedinci 4 věkových kategorií -- 1,2,3 a 4 týdenních včel. Značené včely byly po dobu 4 týdnů odebírány ze včelstev v počtu 10 ks od každé přítomné kategorie (od každé barevné značky). Pokud se včelstvo vyrojilo, byly odebírány včely i z usazeného roje.

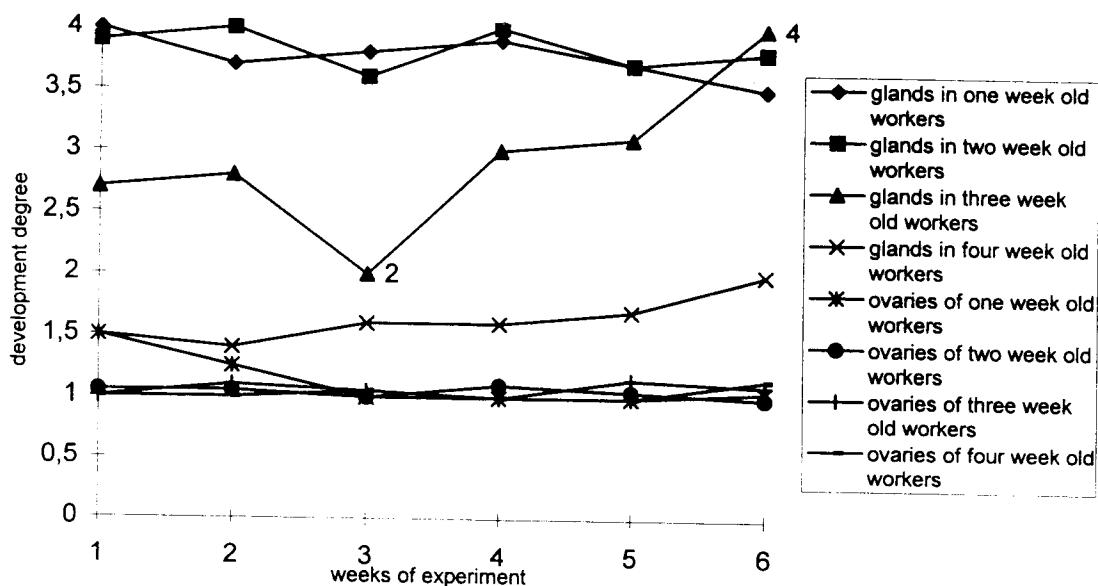
2. Odebrané včely byly fixovány v Carnoy a uloženy v 75 % etanolu. V roce 1994 bylo k fixaci použito 5 %formolu, ve kterém byly včely uloženy až do doby rozboru.
3. Pod binokulární lupou pak byly pitvou hodnoceny vaječníky a hltanové žlázy 1765 dělnic (což představuje 3530 orgánů) a to pomocí upravené stupnice se čtyřmi stupni velikostí (KROPÁČOVÁ et HÁSLBACHOVÁ, 1970). Výsledky pitvy vaječníků byly zaznamenány zvlášť pro každou včelu, a poté údaje statisticky roztríděny a hodnoceny obvyklými metodami (t-test, korelační koeficient) pomocí počítače v programu STATGRAPHICS.

VÝSLEDKY

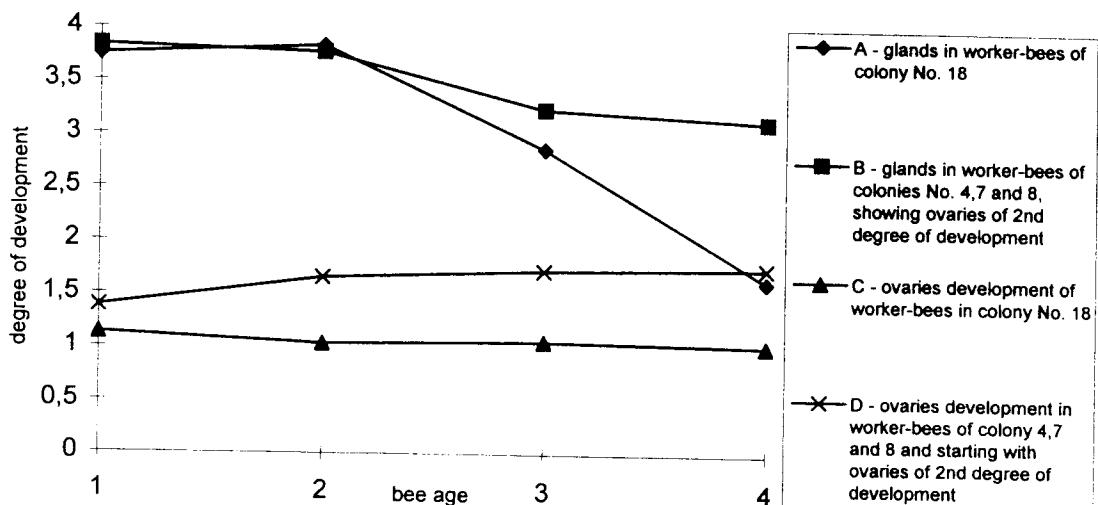
Z výsledků pitvy roku 1994 byl proveden t-test na rozdíl v rozvoji hltanových žláz mezi 1-4týdenními včelami s výskytem rozvoje vaječníků na 2.–4.st., a to ze včelstev, kde došlo k rojové náladě či osíření (vč. č. 4,7,8 — dále jen X) a 1-4týdenními včelami ze vč.č.18 (bez rojové nálady), ve které nedošlo k rozvoji vaječníků — dále jen Y. U 3 a 4týdenních včel byl rozdíl mezi skupinami X a Y vysoce průkazný ($P<0.01$), ale u 1 a 2týdenních včel průkazný nebyl.

Při testování včelstva č.18 (nevyrojeno), nebyl zjištěn průkazný rozdíl v průběhu rozvoje hltanových žláz během experimentu mezi jednotlivými skupinami včel z každé vylihnuté série (Obr.1). Jediná významná odchylka je u 3týdenních dělnic ze III. a VI. série líhnutí (vyznačené hodnoty).

Korelační koeficienty jednotlivých odebraných vzorků podle metodiky (10 včel) byly převážně neprůkazné (až na vyjimky).



1: Hypopharyngeal glands and ovaries development in worker-bee of colony No. 18

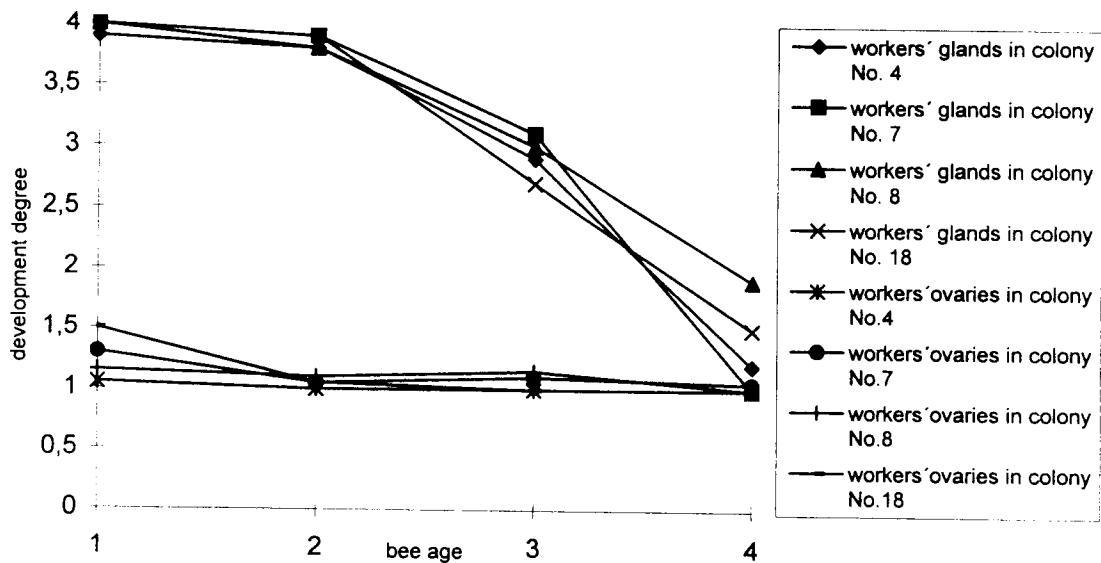


2: Hypopharyngeal glands and ovaries development difference in workers between colonies No. 18 and No. 4, 7 and 8, showing ovaries starting with 2nd degree of development

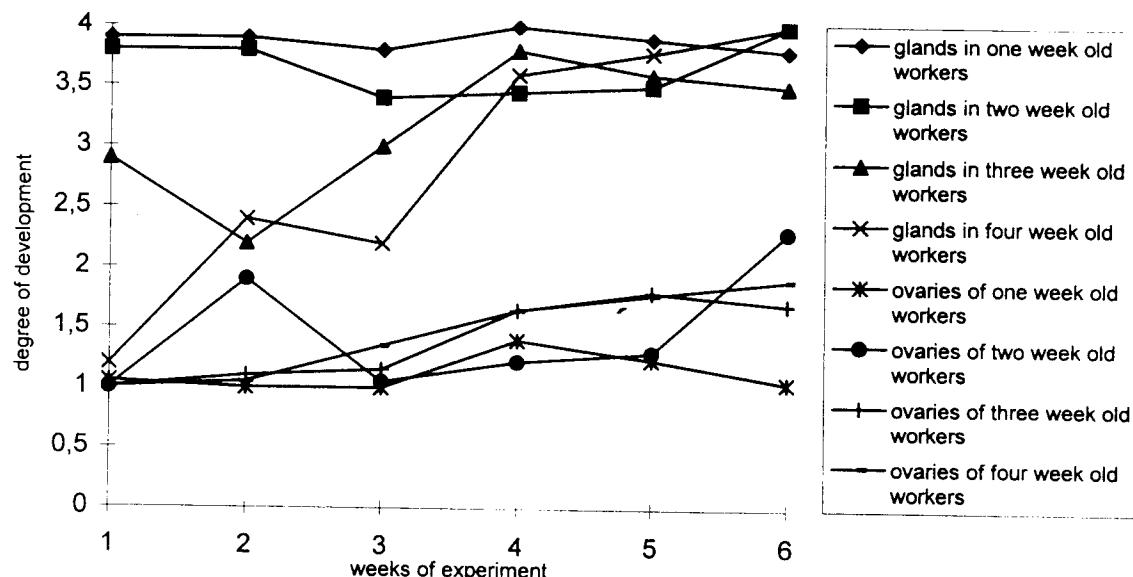
Po roztrídění výsledků pitvy vznikly různé skupiny včel s různými vlastnostmi (podle stáří, včelstva, úrovně rozvoje sledovaných orgánů). V těchto skupinách byly pak zjištovány korelační koeficienty pro hltanové žlázy a vaječníky. Výsledky jsou uvedeny v Tab. I a II. Tyto koeficienty jsou charakteristické velmi slabou až slabou závislostí. Některé koeficienty se však opakovaly v druhém roce v rámci klasifikační skupiny korelačních koeficientů (STÁVKOVÁ, 1992). Těsnost vztahů roste v náznacích s věkem dělnice a rozvojem vaječníků. V Tab. I je patrný vyšší výskyt průkazných vztahů jen u včelstev později vyrojených (č. 4 a 7) a včelstva osiřelého (8).

Z Obr. 2 je patrný průkazně se odlišující prů-

měrný rozvoj hltanových žláz a vaječníků až od 3. týdne věku bez ohledu na pozdější stav včelstev (rození). Obr. 3 znázorňuje rozvoj sledovaných orgánů na jaře. V této době dosud mezi včelstvy nevznikly žádné rozdíly. V dalších odběrech však s postupem času dochází k vysoce průkazným rozdílům ($P < 0.01$) mezi vyrojenými a nevyrojenými včelstvy. Pro základní srovnání jsou uvedeny Obr. 1 a 4, ze kterých je patrná odlišnost v tendenci rozvoje sledovaných orgánů. Vaječníky jsou průkazně více rozvinutý a průběh rozvoje hltanových žláz u vyrojeného včelstva (č. 4) má oproti nevyrojenému včelstvu (č. 18) vzestupnou tendenci s postupem času příprav k rojení (hlavně u 3 a 4týdenních dělnic).



3: Hypopharyngeal glands and ovaries development in worker-bee of the first incubation (spring 1994)



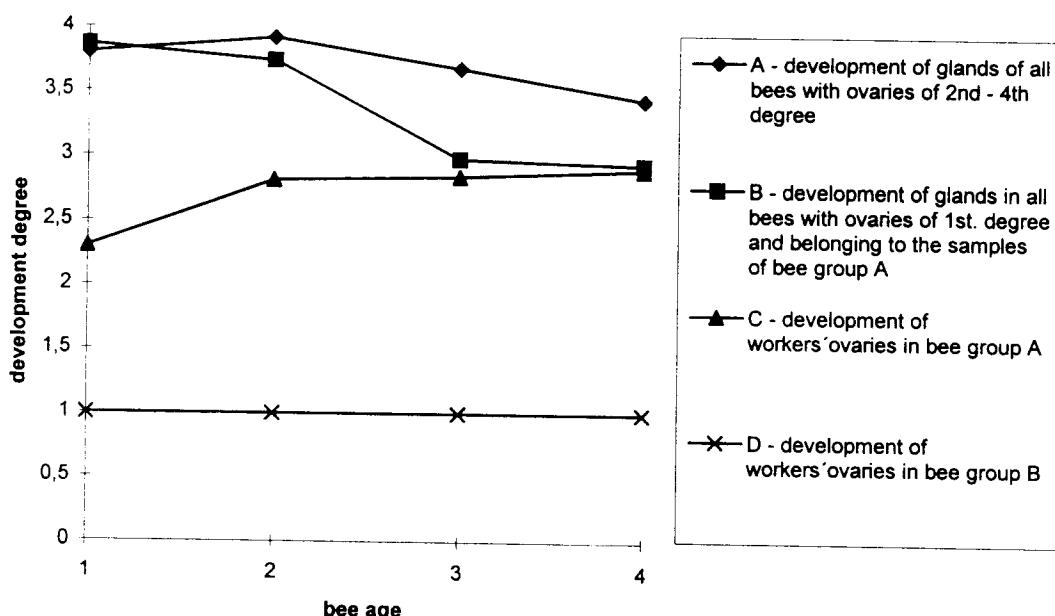
4: Hypopharyngeal glands and ovaries development in worker-bees of colony No. 4

Na Obr. 5 je znázorněn křivkou A průběh rozvoje hltanových žláz skupiny dělnic s rozvojem vaječníků od 2. stupně. Křivka B znázorňuje průběh rozvoje hltanových žláz skupiny dělnic s rozvojem vaječníků 1. stupně, a které pocházely ze vzorků, kde byla přítomna alespoň 1 dělnice skupiny A. Křivkami C a D je znázorněn průměrný průběh rozvoje vaječníků dělnic znázorněných křivkami A a B. Dělnice na křivce A mají rozvinuté hltanové žlázy vysoce průkazně ($P < 0.01$) oproti dělnicím na křivce B od 3. a 4. týdne. To naznačuje, že dělnice, které měly více rozvinuté vaječníky, měly i tendenci vyššího rozvoje hltanových žláz a naopak. Tento vztah však nemá povahu korelačního

vztahu.

DISKUSE

Teorie o příčinách rojení tzv. "překrvení" ploďového hnízda nezaměstnanými včelami, dále pak teorie krmných štáv (HAYDAK, 1960) vzniká nové pojetí vzniku rojení včelstev a sice, že rojení je polyfaktoriální jev. Přičemž se postupně přidávají další teorie, teorie potřeby mateří látky ve včelstvu, dále, že umělé zootechnické zásahy nevedou vždy k vyrojení včelstva a navíc jednou již začleněné matečníky včely samy ze svého popudu ruší (HAYDAK, 1960). Zjistili jsme, že zootechnické



5: Development of hypopharyngeal glands in workers with developing and non developing ovaries (1994)

I: Correlative relationship between following glands and ovaries according colonies and bee age (1984)

bee age in weeks	colony			
	No.4	No.7	No.8	No.18
1 week				
2 weeks	r=0,2952* n=50			
3 weeks	r=0,2937* n=60	r=0,4656** n=60	r=0,3868** n=60	-
4 weeks	r=0,2796* n=42	r=0,5131** n=60	r=0,4026** n=60	-

zásahy, které jsou považovány za rojení vyvolávající (př. nerozšírování plodiště), nevedou vždy k vlastnímu vyrojení včelstva (KROPÁČOVÁ et HÁSLBACHOVÁ, 1970) a včely mnohdy samy ruší již založené matečníky. Na rojení se může podílet i výživa včelstva na jaře (MATHIS, 1961) a může být i příčinou vzniku latentních rojových včel (LENGENFELDER, 1982). Rovněž v našich pokusech se jeví rojová nálada jako naprostě sezónní jev vycházející z rázu počasí (LIEBIG, 1993)

Včelařská praxe dnes dosud vychází z teorie (ČAVOJSKÝ et al., 1981), že přebytečnou krmnou kašičkou se dělnice navzájem krmí. Dělnicím se rozvíjejí poté vaječníky, stávají se z nich anatomičeské trubčice, které zanedbávají práci v úle a rojí se. Tato nastala situace opět může souviset s výživou, která může ovlivnit biologickou hodnotu kojíček a následně i larev, které se stanou budoucími včelami rojícími se včelstva. Snažili jsme se tedy změřit korelační těsnost vztahů mezi sledovanými orgány, ale nepodařilo se nám zjistit kore-

lační koeficient významné úrovni. Korelační koeficienty však mohou, vzhledem k jejich opakování i v druhém roce v rámci klasifikační skupiny korelačních koeficientů podle STÁVKOVÉ (1992), naznačovat určitou stálost jevu. Těsnost vztahů, i když průkazná, je však ve většině případů velmi slabá.

Na základě našich pozorování, zejména u 4týdenních dělnic ze včelstev s rojovou náladou, se domníváme, že vysoký stupeň rozvoje hltanových žláz (bez ohledu na jejich skutečnou aktivity (HALBERSTADT, 1966), která zde není podstatná) je způsoben nedostatkem otevřeného plodu a tím následně nízkou aktivitou hltanových žláz (= nízká hladina JH) (HUANG et al., 1989, 1989*; MOHAMMEDI et al., 1996). Tyto včely nestárnou a jsou fyziologicky mladé (ŽEREBKIN et JAKOVLEVA, 1970). Na teoretické úrovni lze proces vzniku rojových včel srovnat s procesem vzniku včel zimních (BROUWERS, 1982). Z čehož pak teoreticky vyplývá, že přidání většího množ-

II: Correlative relationship between following glands and ovaries according sorting of bees in the samples

year 1993				
the degree of ovaries development	bee age in weeks			
	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks
from 2nd degree	--	--	r=0,2308* n=100	--
from 3rd degree	--	r=0,2945* n=50	r=0,2742* n=60	r=0,6458** n=30
from 2nd degree	--	--	r=0,2408** n=180	
from 3rd degree	--	--	r=0,3227** n=90	
from 2nd degree	--		r=0,2252** n=310	
from 3rd degree	--		r=0,3458** n=140	
from 2nd degree			r=0,2111** n=470	
from 3rd degree			r=0,3569** n=170	
4th degree			--	
year 1994				
from 2nd degree	--	r=0,1819* n=130	r=0,3461* n=160 r=0,2379* n=110	r=0,2563** n=140 r=0,2143* n=120
from 3rd degree	--	--		r=0,2973** n=300 r=0,2265** n=230
from 2nd degree	--		r=0,2384** n=430	
from 3rd degree	--		r=0,1925** n=230	
from 2nd degree			r=0,1939** n=510	
from 3rd degree			r=0,1737** n=340	
4th degree			r=non significant	

"--" correlation coefficient non significant or insufficient count of worker bee

remark: underlined numbers are repeating during 2nd year of experiments under the classification group

* -- significant ** — highly significant

ství otevřeného plodu by zřejmě umožnilo urychlené "zestárnutí" rojových dělnic (zvýšení JH hormonu a následně i aktivity hltanových žláz). Tento fakt je však třeba prokázat experimentálně.

Neprůkazné malé rozdíly v průměrném průběhu rozvoje hltanových žláz dělnic během pokusu ve včelstvu č. 18 (nevyrojené) poněkud obsahuje některé možné pochody. Tento stav se předpokládá ve včelstvech s normálním vývojem bez rojové nálady, kdy nedochází ke vzniku latentních rojových včel (LENGENFELDER, 1982). Výjimku tvořily 3týdenní dělnice ze III. a VI. série inkubace. V prvním případě došlo k prudkému poklesu rozlohy otevřeného plodu (z 30,5 dm² na 17 dm² = snůšková pauza); ve druhém případě však došlo s nástupem nové snůšky ke zvýšení ploch otevřeného plodu (na 39 dm²). Na oba vnější vlivy reagovaly zřejmě i dělnice. Tato pozorování nejsou však dostatečná pro tvrzení, že 3týdenní včely mohou být fyziologickou rezervou ve včelstvu (n = 10 včel v obou případech).

Včely s průkazně vyšším rozvojem vaječníků (od 2. stupně) měly i průkazně vyšší rozvoj hltanových žláz oproti včelám, kterým se ve stejných vzorcích vaječníky nerozvíjely, a to přesto,

že tyto dělnice bez rozvoje vaječníků podléhaly stejným vlivům. A rovněž je patrné, že v 1. a 2. týdnu stáří dělnic není možné zjistit korelační vztahy mezi hltanovými žlázami a vaječníky dělnic. Hltanové žlázy jsou v tomto údobí života na stejně úrovni u všech dělnic (TAKENAKA, 1988) zřejmě tedy bez ohledu na pozdější rozvoj vaječníků. Rovněž žádné diference v JH nebyly zjištěny u mladých včel (HUANG et al., 1994). Domníváme se proto, že včely se mohou mateří kašíčkou třeba i krmit navzájem (KUBIŠOVÁ et HÁSLBACHOVÁ, 1985), pokud jí však vůbec konzumují, což by bylo nutné dokázat pasážováním. Nutné je zřejmě zvážit fakt konzumace mateří kašíčky. Je totiž docela možné, že tento fakt lze matematicky zaznamenat jen tehdy, když korelační vztahy budou zjištovány na úrovni včelstva a nikoli jedince - včely. Takto však dojdeme k neřešitelnému problému, že morfologicky rozvinuté hltanové žlázy nemusí produkovat sekret (BROUWERS, 1982 a další).

SOUHRN

Před rojením včelstva se začínaly rozvíjet některým dělnicím vaječníky. Těsně před vyrojením se průkazně nejvíce rozvíjely vaječníky 2týdenních dělnic. Ačkoli 3 a 4týdenním dělnicím s rozvíjejícími se vaječníky se statisticky více rozvíjely i hltanové žlázy ($P<0.05$), korelační vztahy významné úrovně byly dokázány pouze ojediněle. Ke statisticky významným rozdílům v rozvoji hltanových žláz docházelo až ve 3. týdnu věku dělnic bez ohledu na rojení ($P<0.01$). Včelstvo, které se rojilo, či bylo osiřelé, mělo rozvoj hltanových žláz a vaječníků dělnic vždy vyšší než včelstvo, které se nerojilo ($P<0.01$). Vzestupná tendence rozvoje hltanových žláz byla prokázána zejména u 4týdenních dělnic ze včelstev později vyrojených či osiřelých. V předjaří měla všechna včelstva shodný průběh rozvoje hltanových žláz a to do doby, než se začaly výrazněji zvětšovat dělnicím vaječníky, což bylo v době zakladení prvních mateřích buněk. Nepředpokládáme však souvislost mezi těmito dvěma jevy.

Apis mellifera, hltanové žlázy, vaječníky, rosení

SUMMARY

This study was aimed at the influence of the environmental factors on the hypopharyngeal glands and on the ovaries in honeybee workers to evidence or to refute the existence of correlations between above development of hypopharyngeal glands and of ovaries at swarming. During subsequent years 1993 and 1994 experiments were carried out in five or in four honey bee colonies respectively artificially aimed at swarming. Each week (starting with April 4 and ending with June 6) young bees hatched in thermostat were marked and incorporated in to their maternal colonies (ten individuals each). These individuals were selected weekly aged one, two, three and four weeks respectively, killed and fixed for the analysis of hypopharyngeal glands and ovary development. Before swarming the ovarian development was observed in some individuals. Shortly before swarming significant growth of ovaries was observed in honey bee workers aged two weeks. Regardless of the fact that in three and four weeks aged honey bee workers with growing ovaries statistically also the development of hypopharyngeal glands was observed ($P<0.05$), clear correlations of statistic significance were evidenced only individually. Clearly significant development of hypopharyngeal glands was observed only in individuals aged three weeks regardless of swarming. In swarming or in queenless colonies the development of hypopharyngeal glands and ovaries was still more distinctive than in non-swarming colonies ($P<0.01$). An increased trend in the development of hypopharyngeal glands was observed especially in colonies swarming later or in queenless colonies. In all early spring colonies the development of hypopharyngeal glands was identical up to the starting ovarian growth in honey bee workers which followed when oviposition into queen cups has been started. We do not presume any relation between these two phenomena.

REFERENCES

- Brouwers, E.V.M. 1982: Measurement of hypopharyngeal gland activity in the honeybee. *J. Apic. Res.* 21: 193–198
- Čavojský et al. 1981: Včelárstvo. Bratislava Príroda 1981
- Halberstadt, K. 1966: Ueber die Proteine der Hypopharynxdrüse der Bienenarbeiterin. I. Elektrophoretischer Vergleich von Sommer, Winter und gekäfigten Bienen. *Annals Abeille*, 9: 153–163
- Halberstadt, K. 1980: Investigations on the secretory activity of the hypopharyngeal gland of the honeybee, using elektrophoresis. *Insectes Sociaux* 27: 61–77
- Haydak, M. H. 1960: The replacement of queen and swarming. *Gleanings in Bee Culture* No.5: 266
- Huang, Z.Y., OTIS, G.W. 1989: Factors determining hypopharyngeal gland activity of worker bees (*Apis mellifera* L.). *Insectes Sociaux* 36: 264–276
- Huang, Z.Y., OTIS, G.W., TEAL, P.E.A. (1989*): Nature of brood signal activating the protein synthesis of hypopharyngeal gland in honey bees. *Apidologie* 20: 455–464
- Huang, Z.Y., Robinson, G.E., Borst, D.W.

- 1994: Physiological correlates of division of labor among similarly aged honey bees. *J.Comp.Physiol. A* 174: 731–739
- Kropáčová, S., Háslbachová, H., Pavel, J. 1970: Changes in the pharyngeal glands of bees during the development of colonies. *Pszel. zes. nau.* 9: 129–135
- Kropáčová, S., Háslbachová, H. 1970: The development of ovaries in worker honeybees in a queenright colonies examined before and after swarming. *J. Apic. Res.* 9: 65–70
- Kubišová, S., Háslbachová, H. 1985: Studie o závislosti rozvoje vaječníků včel dělnic na stavu jejich hltanových žláz. *Acta univ. agric. (Brno)* 32: 253–258
- Lengenfelder, G. 1982: Die Betrachtungen um Lebendführung des Bienenvolkes in Schwarmzeit. *Imkerfreund* 37: 308–314
- Liebig, G. 1993: The biological basic of colony development. 5. Swarm behaviour. *Deut. Bien. J.*, 5: 242–243
- Mathis, H. 1961: Starkes Schwärmen. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 84: 297–303
- Mohammedi, A., Crauser, D., Paris, A., Leconte, Y. 1996: Effect of a brood pheromone on honeybee hypopharyngeal glands. *Comp.Ren. de L Acad. Des Sci. III — Sci. de La Vie* 319: 769–772
- Stávková, J. 1992: Biometrika. MZLU Brno, 159 p.
- Takenaka, T. 1988: Protein synthesis by the hypopharyngeal glands of worker honeybees. *Honeybee Science* 9: 13–18
- Žerebkin, M. V., Jakovleva, I. N. 1970: O raje-vych pčelách. *Pčelovodstvo* 49: 9–11

Adresa

Ing. Antonín Přidal, Ing. Hana Háslbachová, CSc., Prof. Ing. Sylvie Kubišová, CSc. Ústav zoologie a včelařství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika