

PRAXE A TEORIE OHLEDNĚ ZIMOVÁNÍ VČEL NESOUHLASÍ

C. L. Corkins, Univerzita ve Wyomingu, USA

American Bee Journal (1932)72(10)400-402

Toto je první ze dvou článků podávajících zprávu z Technical Bulletin 175 „The Metabolism of the Honeybee Colony During Winter“ [Metabolismus včelstva během zimy.], od C. L. Corkinse z University ve Wyomingu. Ty, kdo chtějí znát kompletně údaje z tohoto pokusu, odkazujeme na uvedenou publikaci. Výsledky, které Prof. Corkins uvádí, se jeví být ve shodě se zkušenostmi praktických včelařů. Někteří si je vyloží tak, že včely v zimě nepotřebují ochranu. My si ale myslíme, že včely ochranu potřebují, ovšem není důležité jít do takových extrémů, jak jsme mysleli v minulosti.

„Včely v zimě nehynou mrazem - nýbrž hladem.“ Takto mi vnuknul Herman Rauchfuss st. základní myšlenku pro tyto studie o zimní aktivitě včel.

Protože pan Rauchfuss upozornil jen na úplné uhynutí včel v nejstudenějším období zimy, souhlasím s ním v případě, kdy všechny ostatní podmínky pro přezimování jsou příznivé. Včelstva se mohou udusit kvůli uzavřeným česnům. Malé procento jich skutečně může uhynout vlivem mrazu při teplotách pod nulou [míněno ve °F, tj. pod -17,8°C] pokud nemají v dosahu zásoby, ale je nepravděpodobné, že by některé včelstvo skutečně uhynulo v důsledku mrazu při dostatku medu uvnitř zimního chomáče.

Když podle dosud platné teorie klesne venkovní teplota natolik, že vzduch kolem včel má okolo 13,9°C, včely vytvářejí „zimní hrozen“. Když teplota klesne pod úroveň, kdy se tvoří hrozen, včely uvnitř hroznů zvyšují svoji aktivitu, aby vytvořily teplo, takže povrchová teplota hroznů je vždy kolem 13,9°C. Podle dosavadní teorie, aby tak učinily, spotřebovávají med ve zvýšeném množství, protože pokračuje pokles teploty, což vede k vyšší produkci tepla včelami.

Zachovat energii včel je smyslem úspěšného zimování a aktivitě včel během zimy je nutno bránit. Obvykle myslíme, že množství vydané energie nechráněnými včelstvy při teplotách pod nulou [tj. pod -17,8°C] je enormní a proto mu musíme zabránit. Tudiž praktické uplatnění dosavadní teorie znamenalo různé co do druhu a rozsahu obalování včel na zimu.

Zkušenosti včelaři nepoužívají obalování úlů

Ani v chladném klimatu mnozí úspěšní včelaři úly neobalují. Jiní používají slabší obalování než jaké se doporučuje a nikdo z nich nezjistil, že by se vyplácela námaha a náklady na silné obalování. Pokud je stará teorie správná, potom nechápu, jak mohou tito včelaři stále ještě včelařit.

Mezi včelaři rozšířená pověst o včelách v úlech s otevřenými prasklinami vystavených povětrnosti, jež se přesto dostaly do dobré kondice a naše dílčí zkušenost s podobným jevem vedly ke čtyřletým pokusům se zimováním včel, které se pokusím stručně popsat v těchto dvou článcích.

Pokusy rozhodně ukázaly, že neznáme celou pravdu o zimování. Zimování je dokonale vyvinutá schopnost včel. Vycházeli jsme z dosavadních znalostí a postupně jsme je rozšiřovali o naše zjištění. **Podle našich studií jsou vyšší výdaje energie v zimě když je teplo ve srovnání s chladnem.** Včely v zimě nezabíjí chlad sám o sobě, ale hladovění, protože se včely nemohou oddělit od zimního hroznů, aby přinesly potravu. **Chlad vyvolává klid v zimním hroznu včel, nikoliv jejich aktivitu.**

Přesné studie v experimentální stanici Univerzity ve Wyomingu ukázaly, že taková představa o zimování je pravdivá a my věříme, že to povede k lepším způsobům zimování včel.

Existuje několik způsobů jak měřit zimní aktivity včelstva. V těchto pokusech jsme stanovili denní spotřebu medu a měřili teploty zimního hroznu ve vztahu k venkovní teplotě, přičemž jsme opírali výsledky jednoho o výsledky druhého. Tabulky ukazují část těchto výsledků.

Tabulka 1: Čísla včelstev a údaje o způsobu utepení

Rok	Jednoduché obalení		Bez obalení	Dehtový papír, normální větrání	Dehtový papír, horní větrání
	nezabalené dno	zabalené dno			
1926-27	1	-	2	4	3
1927-28	-	1	2	-	3
1928-29	2	1	3, 4	5	6
1929-30	-	-	3	1	2

Tabulka 2

Čísla včelstev		Podzimní hmotnost včel, kg	Jarní hmotnost včel, kg	Zimní úbytek včel, kg	Zimní úbytek včel, %
1926-27	1	3,43	1,63	1,80	52,4
	2	3,71	2,27	1,45	38,9
	3	3,29	1,96	1,33	40,5
	4	2,86	1,53	1,33	46,5
1927-28	1	2,56	1,66	0,90	35,1
	2	2,08	1,96	0,12	5,8
	3	2,30	2,24	0,06	2,7
1928-29	1	2,98	1,50	1,47	49,5
	2	3,06	1,47	1,59	51,8
	3	3,23	1,93	1,30	40,3
	4	3,23	1,93	1,30	40,3
	5	3,20	2,15	1,05	32,7
	6	3,32	2,96	0,36	10,9
1929-30	1	2,64	1,47	1,16	44,0
	2	2,41	1,08	1,33	55,3
	3	3,34	1,36	1,98	59,3

Měření podzimní hmotnosti včel bylo provedeno 26.10.1926, jarní 7.5.1927.

Měření podzimní hmotnosti včel bylo provedeno 19.10.1927, jarní 22.5.1928.

Měření podzimní hmotnosti včel bylo provedeno 22.10.1928, jarní 21.5.1929.

Měření podzimní hmotnosti včel bylo provedeno 16.10.1929, jarní 28.4.1930.

Každé včelstvo mělo dva standardní hluboké úlové nástavky s česny zmenšenými na velikost jednopalcového oka [1 palec = 2,54 cm]. Úly byly osazeny italskými a kavkazskými včelami. Včelstva byla výborně chráněna proti větru. Stály několik stop [1 stopa = 33 cm] od čtyřpatrové budovy, která je chránila od západu a od východu je chránila proti větru skupina stále zelených stromů.

V jedné zprávě o úrodě a trhu v časopisu American Bee Journal čteme: "Nikdy jsme neměli lepší zprávy o příznivém zimování. Je jen několik míst, kde jsou obvykle opačné podmínky. V Salt

Lake Basin bylo dlouho chladné počasí a proto i přezimování včel bylo špatné. Avšak přicházejí zprávy, že při neobvykle mírném počasí včely spotřebovaly více zásob než obvykle..."

Tabulka 3: Denní úbytky hmotnosti včelstev ve vztahu k teplotě ve °C

Časové období	Průměrná venkovní teplota	Průměrná teplota v úlu						Denní úbytky v g/kg včel				
		vč. 1	vč. 2	vč. 3	vč. 4	vč. 5	vč. 6	vč. 1	vč. 2	vč. 3	vč. 4	vč. 5
1926-27												
23.-28.12.	-13,6	7,4	5,5	0,6	1,9	-	-	14	18	15	22	-
21.-25.1.	-9,8	8,6	1,3	0,3	-	-	-	11	25	21	-	-
15.-20.1.	-2,2	10,9	3,2	3,4	-	-	-	26	26	20	-	-
1.-5.2.	0,8	14,9	5,0	3,9	5,4	-	-	38	48	30	37	-
1.-6.1.	3,1	16,2	6,1	7,2	9,3	-	-	47	84	49	53	-
1927-28												
29.12.-3.1.	-11,2	-	-	-	-	-	-	15	13	14	-	-
22.-26.2.	-10,9	17,0	6,4	7,6	-	-	-	26	35	27	-	-
16.-25.1.	-9,1	23,9	5,8	8,8	-	-	-	29	25	23	-	-
24.-28.12.	-4,7	-	-	-	-	-	-	42	34	23	-	-
2.-6.1.	1,2	23,4	7,4	9,4	-	-	-	48	49	39	-	-
2.-6.2.	1,9	25,6	11,3	12,2	-	-	-	55	43	44	-	-
6.-15.1.	2,3	24,2	9,1	11,7	-	-	-	59	45	27	-	-
1928-29												
6.-10.2.	-17,6	0,7	11,2	0,9	1,1	3,7	4,1	25 *	21	20	19	21
23.-27.1.	-12,8	3,0	12,7	0,9	0,1	0,3	2,3	25	27	21	19	21
15.-19.12.	-11,7	4,8	6,5	0,1	2,3	2,8	3,5	34	31	15	23	23
24.2.-1.3.	-11,6	4,5	15,8	2,0	0,4	3,1	2,8	35	26	40	26	29
18.-22.1.	-7,8	4,2	12,3	2,1	1,5	3,4	3,4	21	24	21	19	14
31.1.-4.2.	-1,6	8,8	14,8	5,2	5,9	6,7	6,6	34	51	35	35	34
25.-29.12.	-0,2	6,8	9,0	5,4	3,6	5,9	4,1	28	46	31	31	20
12.-16.1.	0,2	6,5	11,0	3,8	4,6	5,3	6,3	36	78	40	40	33
4.-11.3.	2,9	18,9	20,4	12,0	9,4	10,5	10,8	39	57	40	33	60
1929-30												
13.-24.1.	-18,9	-2,1	-1,6	-7,1	-	-	-	23	35	25	-	-
18.-22.12.	-13,1	0,4	-1,2	-3,4	-	-	-	10	21	13	-	-
7.-12.1.	-11,0	0,4	1,4	-4,4	-	-	-	19	25	15	-	-
25.-30.1.	-7,1	2,0	4,7	-1,6	-	-	-	25	37	25	-	-
2.-6.1.	-2,6	3,9	4,4	0,9	-	-	-	17	35	22	-	-
5.-11.2.	1,4	9,1	9,9	3,9	-	-	-	46	60	53	-	-
16.-23.2.	3,6	11,0	11,5	5,6	-	-	-	60	62	35	-	-
9.-16.12.	5,2	9,9	8,9	-	-	-	-	34	36	39	-	-

* včelstvo č. 6 v zimě 1928-1929.

Tedy předpokládá se, že včely zimovaly dobře díky mírnému počasí, ale překvapivé je, že spotřebovaly více zásob. Cožpak jsme nevěděli, že úspěšné zimování znamená omezit aktivitu včel? **Když připustíme, že včely zkonzumovaly při zimování volně venku více medu než obvykle, potom musíme také připustit, že byly aktivnější než při normální chladné zimě.**

Chladná zima znamenala nebezpečí pro včelstva v Salt Lake Basin tehdy, pokud nebylo žádného dne, kdy by si mohly donést více medu do zimního hroznů, avšak žádná zpráva nehovořila o příliš velké spotřebě zásob. Většina medu jim zbyla pro jarní plod a stejně tak mohlo zbýt hodně energie včel pro odchov plodu.

V jedné záležitosti se teorie s praxí shoduje: **čím méně medu včely spotřebují, tím méně energie vydají.** Tuto záležitost je třeba mít na mysli, když se snažíme pochopit výsledky těchto pokusů.

Studovali jsme aktivitu zimního hroznů včel během chladných a teplých období. V teplých obdobích jsme pozorovali prolet, jenž zvýšil aktivitu včel, ovšem tato období letu byla krátká, protože úly byly odpoledne a k večeru zastíněné. Byla vybrána včelstva o stejné síle anebo vyrovnána na stejnou sílu, aby srovnání mohla být správná a zjistili jsme, že během chladných období obecně byla menší spotřeba medu než v teplejších obdobích. Rovněž během chladných období včelstva vykazovala nižší aktivitu a nižší výdaje energie. Období chladu trvajících od pěti do deseti dnů s teplotou 2°F pod nulou [-18,9°C] jsou opravdu studená.

V ZIMĚ VČELY SKUTEČNĚ SPOTŘEBUJÍ VÍCE POTRAVY KDYŽ JE TEPLA NEŽ KDYŽ JE CHLADNO

C. L. Corkins, Univerzita ve Wyomingu, USA

American Bee Journal (1932)72(11)438-440

Toto je druhý ze dvou článků o zimování popisujících výsledky pokusů ve Wyoming Experimental Station. První článek byl v říjnovém čísle.

Kdo četl první z těchto dvou článků o našich pokusech, musí mít na vědomí, že včelstva byla dobře chráněna. Během asi tří ranních hodin se rychle ohřála a za teplého počasí se včely vždy krátce prolétly, a při průměrně chladném počasí si přenesly med do zimního hroznů. Po většinu času nebyly včely daleko od teplot vyvolávajících tvorbu zimního hroznů. Ale během chladných období spotřebovaly včely méně medu než v době, které říkáme ideální teplota. Zmíněná chladná období zahrnují teploty až do -40,6°C. Ve všech včelstvech byla nižší aktivita za tohoto chladna bez ohledu na jejich ochranu.

U včelstev byly použity různé stupně ochrany, aby se dalo zjistit, zda sníží spotřebu potravy. Pokud by byla naše stará představa o zimování správná, obalení by mělo zmenšit aktivitu včel. Kvůli tomu jsme včely dosud balili.

V posledních dvou letech našich pokusů byly teploty na úrovni nebo blízko úrovně, jež byla považována za účinnou pro nejmenší aktivitu včel a tudíž největší úbytek váhy včelstev by se měl projevit u nechráněných včelstev během chladných období.

Ovšem nebylo tomu tak. Úbytky váhy se zvětšovaly právě opačným směrem - od chladných období k obdobím teplým. Spotřeba zásob byla v každém případě nižší za chladných období proti teplým periodám.

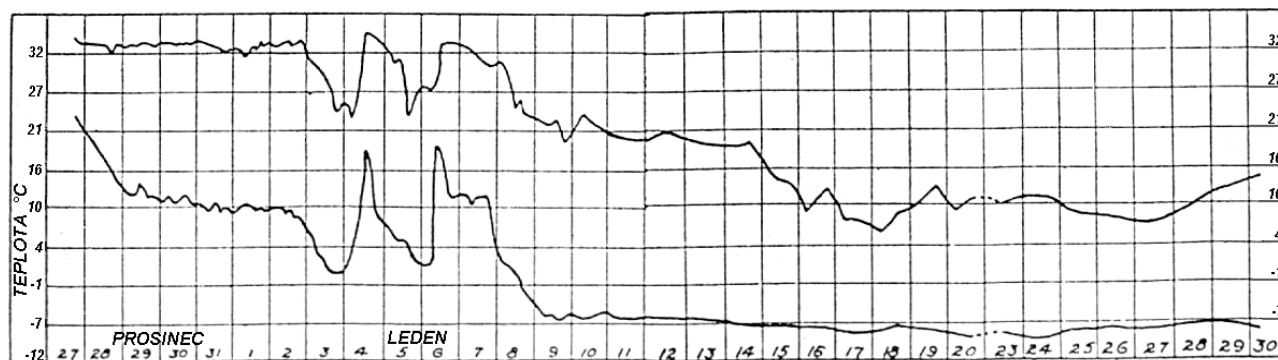
Rovněž bylo patrné, že chladné počasí nezvyšuje fyzickou aktivitu v zimním hroznů. Nechráněná včelstva nevykazují vyšší denní úbytek váhy než včelstva chráněná, naopak - obvyčejně vykazují nižší úbytky. **Každý test, jenž jsme vykonali, dává tentýž výsledek - nízkou spotřebu**

među za chladného počasí. A když se teplota zvyšuje, spotřeba zásob také roste. Když je teplota nízká, spotřeba zásob je také nízká, proto musíme učinit závěr, že aktivitu a opotřebení včel v zimě vyvolává teplé, nikoliv chladné počasí.

Tyto studie mě fascinovaly. V příběhu o zimní aktivitě je snad určitá romantika. Ale romantika je pouhý výmysl a neužívá nás. Obvykle předpokládáme, že aktivita včel v zimě se zvyšuje s poklesem teploty pod hranici vyvolávající tvorbu hroznů, a že při dalším poklesu teploty se teplota v prostoru centra tvorby tepla zvyšuje. Tak jsme si vytvořili představu, že v zimě včely pokračují v práci pro udržení tepla pohybováním nohama, zadečkem, vířením křídel, stejně jako člověk, který za chladného dne dupe nohama a kýve pažemi.

Pozoruhodné v našich pokusech je to, že teplota hroznů zůstává téměř stejná bez ohledu na velké změny venkovních teplot. Jak by řekl Floyd Gibbons, je to věc, nad kterou rozum zůstává stát - jak si totiž včely uchovávají téměř rovnoměrně teplotu v zimním hroznu ať je počasí venku jakékoliv.

Naše studie ukazuje, že průměrná teplota hroznů je udržována na dost vyrovnané úrovni díky změně míry vyzařování, což je způsobeno roztahováním a smršťováním zimního hroznů. Avšak jsou určité hranice pro smrštění hroznů a když teplota vzduchu okolo hroznů klesne pod bod, kde vyzařování a následná ztráta tepla odebírají teplo rychleji, než může být tvořeno, teplota hroznů klesne. Nepochybně to platí pro povrch i pro střed hroznů. Čím větší je zimní hrozen, tím s menší pravděpodobností se včely dostanou do takové situace.



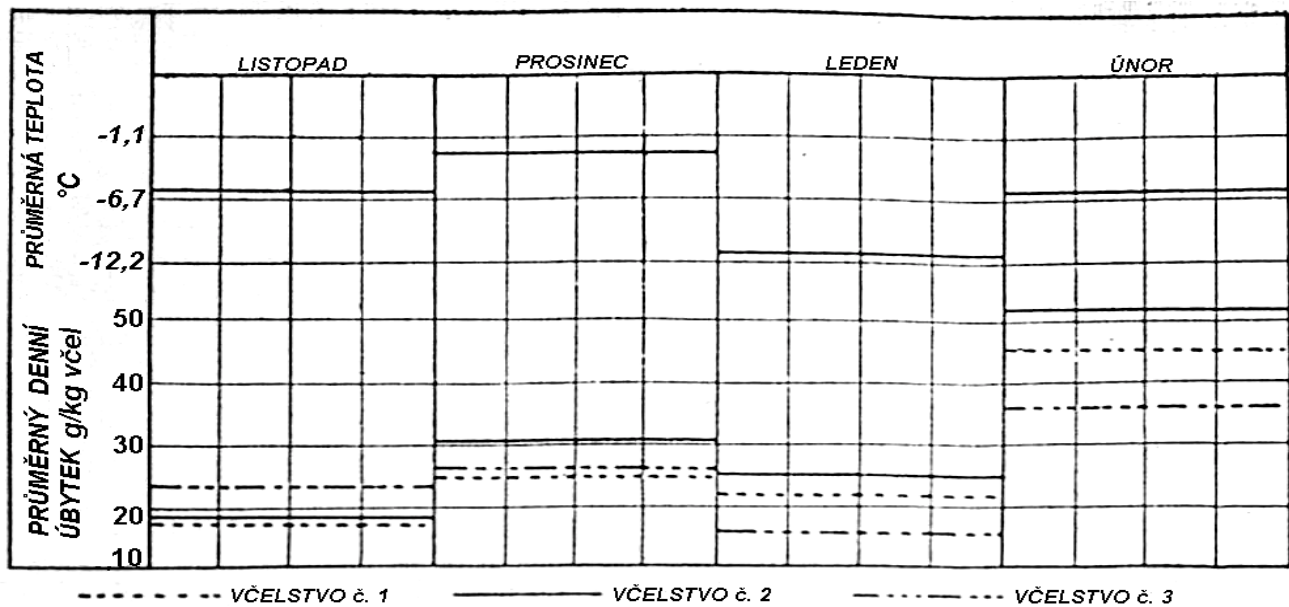
Teplotní vztahy při regulovaných teplotních podmínkách. Odečet teplot byl prováděn každé 3 hodiny. Horní křivka znázorňuje průměrnou teplotu včelího hroznů, dolní křivka průměrnou úlovou teplotu.

Fascinující na studování těchto teplotních reakcí je skutečnost, že včely dovedou udržet svůj hrozen dostatečně teplý k udržení života bez vyšší než obvyklé aktivity. Neznamená to hromadění více a více paliva v horkovzdušné peci (včely) tak, jako teploty pod nulou zahání člověka do jeho vyhřátých domů. Teploty hroznů v určitých širokých mezích zůstávají v zimujícím včelstvu poměrně konstantní bez ohledu na venkovní teplotu.

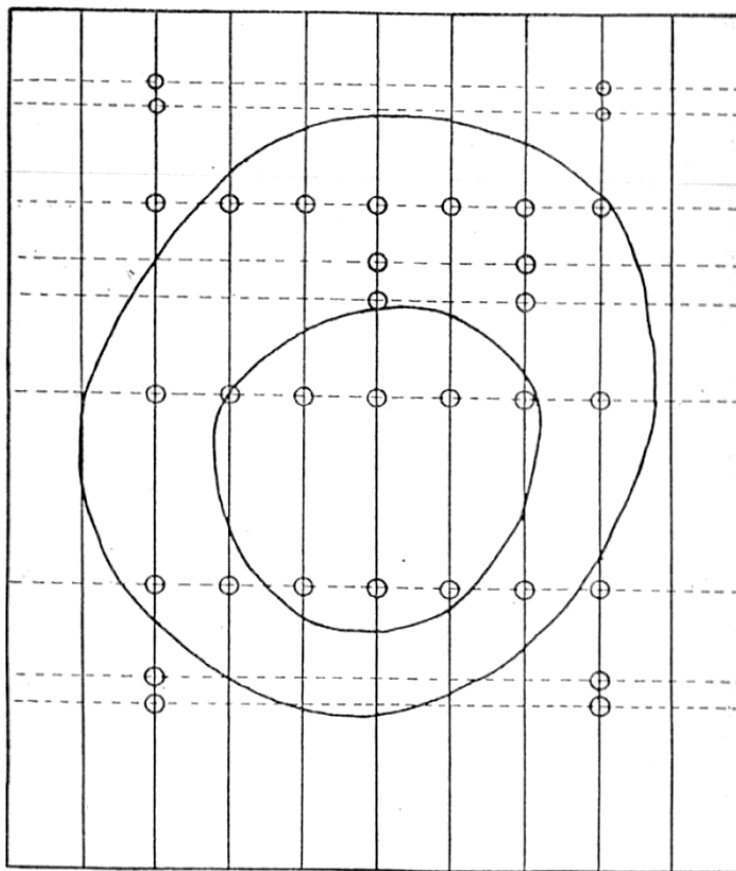
Někdo by si mohl myslet, že když jsou teploty hroznů stejné při venkovní teplotě 0°C i při -18°C, tak včely musí pracovat více a tvořit více tepla, aby udržely stálou teplotu. Ale není tomu tak.

Roztahování a smršťování chomáče v zimě je dobře známou skutečností a bylo mockrát zmíněno, ale jeho význam byl přehlédnut. Prof. H.F. Wilson a Dr. Wallace Park poznali jeho pravděpodobný význam, ale neměřili jeho možnosti při uchování tepla.

Musím se zde omluvit za použití technického termínu pro zimní hrozen - "normální metabolické teplo", což znamená normální množství tepla vydané poměrně neaktivními včelami v uvolněném hroznu při úlové teplotě blízké teplotě hroznů.



Vztahy teploty a denních váhových úbytků v jednotlivých měsících, zima 1929-1930.



Smršťování zimního hroznu ve vztahu k počasí, včelstvo č. 3. Malé kroužky ukazují polohu teplotních čidel mezi rámkami. Menší ze dvou velkých kruhů představuje zimní hrozen při venkovní teplotě $-33,6^{\circ}\text{C}$ dne 17. ledna 1930, větší kruh při venkovní teplotě $+4,0^{\circ}\text{C}$ dne 19. února 1930.

Včely nezimují v zimním spánku a neomezují svoji produkci tepla téměř na nulu tak jako mnohý jiný hmyz. Pokud žijí, vždy nějaké teplo produkují. Podle staré představy o zimování by se navíc produkované teplo nazývalo "extra-normální metabolické teplo" v kontrastu s termínem "normální metabolické teplo". Úbytek normálního metabolického tepla ze zimního hroznu se děje vedením, prouděním a vyzařováním. Avšak při změně úlové teploty pouze míra ztrát tepla v důsledku vyzařování z hroznu způsobuje v úlu rychlé změny.

Při ztrátě tepla vyzařováním ze včelího hroznu se děje toto: **Hrozen se stáhne když je chladno a roztáhne když je teplo.** Ilustrace ukazuje tento vztah. Při venkovní teplotě 4,0°C se vytvořil velký hrozen. Malý hrozen se stáhnul na svoji velikost při venkovní teplotě -32,1°C. Oba obrysy reprezentují tentýž zimní hrozen včel.

Podle zákona o vyzařování se množství ztraceného tepla z vyzařujícího tělesa zvyšuje s poklesem teploty místa, proti kterému je teplo vyzařováno. Tak by parní radiátor zásobený dostatkem tepla ztrácel teplo rychleji v chladné než v teplé místnosti.

Víme, že kdybychom měli dva radiátory na téže teplotní úrovni v téže místnosti a jeden z nich by měl poloviční vyzařovací plochu než druhý, potom by malý radiátor vydával pouze polovinu tepla než velký radiátor při stejných ostatních podmínkách.

A zrovna tak je tomu se včelami. Včely, aby se vypořádaly s rychlými ztrátami tepla za chladného počasí, instinktivně stahují velikost svého "radiátoru", neboli hroznu. Zapamatujme si, že hrozen má víceméně tvar koule. Vnější povrch je vyzařující plochou a pokud znáte geometrii, vzpomenete si, že povrch koule se zmenší s druhou mocninou zmenšení průměru hroznu. Proto i malé smrštění hroznu způsobí velké zmenšení vyzařovacího povrchu, z něhož se teplo ztrácí.

Takže měření velikosti včelího hroznu téhož včelstva v deseti velmi chladných a deseti teplejších obdobích v průběhu zimy 1929-30 ukazuje tyto skutečnosti:

Pokud by nedošlo ke stažení hroznu v chladném období, míra tepelných ztrát vyzařováním by se zvýšila v průměru na 158%, ale protože se hrozen stahuje, tak průměrné zvýšení tepelných ztrát z hroznu kleslo na pouhých 18%. Tedy pokud by se hrozen nestáhl, ztráty tepla vyzařováním v chladném období by byly téměř 9 krát vyšší než v teplém období.

Nesmíme ztráct ze zřetele, že kvůli ochraně normálního metabolického tepla včely vyvolají smrštěním hroznu jeho vyšší izolační hodnotu když se sevře, což omezí ztráty prouděním a sníží proud tepla z vnitřku ven vedením.

Tedy jednoduchým mechanickým procesem stahování hroznu mohou včely udržovat normální teplotu svého hroznu za chladného počasí pouze s produkcí normálního metabolického tepla - bez potřeby extra-normálního tepla, jak objevila stará teorie.

Přirozeně že existuje hranice, na kterou může stažení dojít a když je této hranice dosaženo, ztráty tepla vyzařováním se rychle zvýší. Takovou situaci jsme viděli při regulovaných teplotách. Ale nikdy jsme neviděli takový stav u včelstev normální velikosti při venkovních podmínkách ani když nebyly obaleny.

Během posledních tří let pokusu jsme si všimli také letové aktivity včelstev a zjistili jsme, že včely se všemi druhy ochrany obecně létaly v přibližně stejné době, ačkoliv u úlů s jednoduchým obalením byl let pokaždé pomalejší a v menším rozsahu. Dobré pročišťovací prolety jsme pozorovali, když průměrná teplota byla 1,7°C a více a menší prolety byly až do -1,1°C.

Ale nesmíme z těchto pokusů vyvozovat, že je rozumné nechat na zimu v chladném klimatu včely bez veškeré ochrany. Pokud jsou dlouhá období s teplotami pod nulou [pod 0°F, tj. -17,8°C], včely spotřebují zásoby medu v hroznu a protože venkovní teploty v tu dobu mohou být pod teplotou kritickou pro jejich život, tj. pod -1,0°C, včely nemohou opustit hrozen, jenž se mohl v důsledku smrštění stáhnout ze svých zásob potravy natolik, že si nemohou doplnit zásoby a tak hladoví.

Mohou být i taková období, kdy ztráty tepla nemohou být omezeny dalším stažením hroznu, takže ztráty tepla budou větší, než by mohla nahradit aktivita včel. V důsledku toho uhynou.

V průběhu těchto pokusů se takováto období nevyskytla. Odolnost vůči chladu, kterou včely ukázaly, byla pozoruhodná. Během nejkritičtějšího období trvajícího šestnáct dnů byla minima po všechny dny kromě tří pod 0°F [-17,8°C] a jeden den bylo -40,6°C. Průměrná minimální teplota v tomto období byla -24,6°C a maximální -7,6°C. Jeden den zůstala teplota pod 0°F [-17,8°C] po celých 24 hodin. Nejvyšší teplota v tomto období byla -1,1°C. Takovýto tvrdý test nepřežilo jen jedno z neobalených včelstev, což je opravdu obdivuhodné.

Skutečnosti z těchto pokusů jsou v souladu s praktickými zkušenostmi v mezihorském kraji. Jen několik včelařů obalilo včely podle obecně doporučených zvyklostí. Celkově použili mnohem méně obalení než se doporučovalo a v některých případech neobalili úly vůbec. Každý včelař dospěl k vlastní potřebě metodou zkoušky a omylu a dostal se k téměř ideálnímu stavu.

Tyto studie zdůrazňují význam dalších známých faktorů pro úspěšné zimování. Např. je jisté, že příliš mnoho stresů nelze nahradit dodáním množství zásob nejvyšší kvality bez dextrinů, bez pravděpodobné krystalizace a řádně umístěné v úlech. Klade se důraz na potřebu mladých matek. Klade se důraz na vytvoření normálního včelstva v dobré síle se staršími a mladými včelami, s dostatečným větráním, a chráněného dobrým větrolamem proti převládajícím větrům. Ukazuje se také, že pozornost je třeba věnovat prevenci nepotřebných proletů, zvláště na podzim a časně zjara.

Z těchto pokusů činíme tyto závěry:

Jakmile venkovní teplota klesne pod teplotu tvorby hroznů, aktivita včel se nezvýší málo anebo se nezvýší vůbec.

Včely zpravidla v zimě neuhynou v důsledku mrazu, ale většina ztrát je důsledkem vyhladovění v hroznů při dostatku medu jen několik cm od nich. Zapamatujme si tedy, že v zimním hroznů nejdříve dojde k vyhladovění a až následně ke zmrznutí včel.

Tedy na závěr opakujeme: Včely v zimě nehynou mrazem, nýbrž vyhladověním.

Překlad a úprava obrázků:

ing. Květoslav Čermák, CSc., únor 2004.