

# Feromony v integrované ochraně rostlin

## II. Obaleč jablečný

Ivan Hrdý

Autor věnuje honorář Nadaci Živa

Obaleč jablečný (*Cydia pomonella*) je v celé oblasti pěstování jabloní nejdůležitějším škůdcem, a tak nepřekvapí, že pod objevem jeho sexuálního atraktantu kodlemonu je podepsán průkopník studia hmyzích feromonů W. L. Roelofs. Začátkem 70. let minulého století ještě převládala představa, že se feromony jednotlivých druhů hmyzu budou významně lišit a že se svou využitelností v ochraně rostlin přiblíží insekticidům. Očekávalo se, že se objevy feromonů nejdůležitějších zemědělských a lesnických škůdců stanou komerčně zajímavé a zjevně také proto dostávaly feromony obecná jména podobně jako pesticidy. Vedle kodlemonu např. již v předchozím článku (Živa 2006, 1: 25–27) zmiňovaný disparlure — syntetický feromon bekyně velkohlavé (*Lymantria dispar*), gossypure — syntetický feromon významného škůdce bavlny *Pectinophora gossypiella* a další. I dnes se některé poznatky o nových feromonech autorsky (patentově) chrání.

Nicméně feromony, alespoň motýlí, jsou poměrně jednoduché sloučeniny. Již začátkem 60. let 20. stol., v době úplných začátků výzkumu feromonů, E. O. Wilson a W. H. Bossert předpověděli, že hmyzí feromony vnímané čichem budou mít nejspíše jen 5–20 uhlíků v řetězci a jejich molekulová hmotnost se bude pohybovat od 80 do 300. Nad touto hranicí sice rychle rostou možnosti diverzity struktur, ale tato různost se již nedá dobře využít, protože velké molekuly jsou pro biosyntézu energeticky náročné a jsou málo těkavé. Vskutku, dosud známé sexuální feromony motýlů jsou většinou alkoholy, acetáty

nebo aldehydy s délkou nerozvětveného řetězce 12, 14, 16 až 18 atomů uhlíku a s jednou nebo dvěma dvojnými vazbami, které mají geometrickou izomerii *cis* (*Z*) nebo *trans* (*E*). Základní struktury se často opakují, příbuzné druhy mají feromony zpravidla tvořené látkami blízkých struktur, jak to odpovídá vývojově podmíněným biosyntetickým předpokladům.

Druhové specifity účinků se dosahuje menšími obměnami základních struktur, kombinacemi několika složek v určitém poměru nebo rozdíly ve způsobu života společně se vyskytujících příbuzných druhů: jeden druh je aktivní večer, jiný, rea-

gující na stejný feromon, létá ráno. To platí i o řadě druhů rodu *Cydia*, kam patří obaleč jablečný.

### Kodlemon

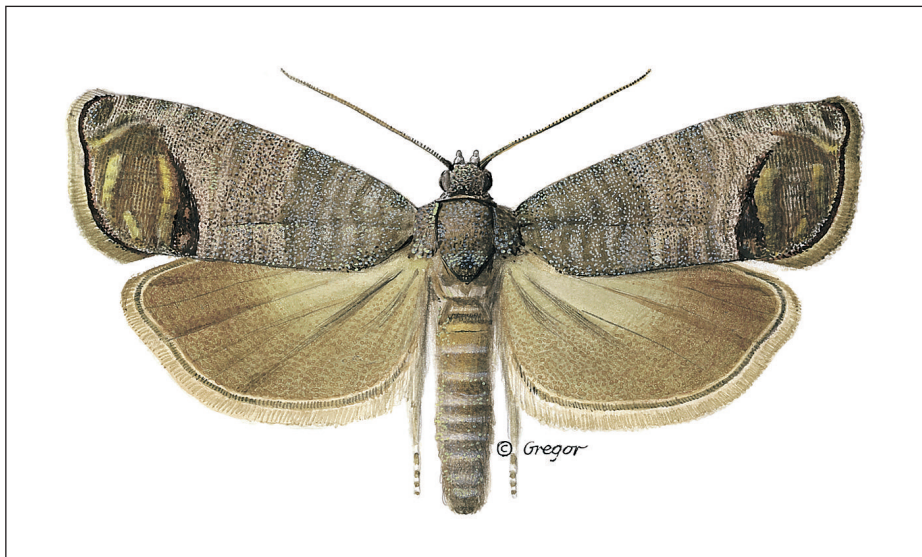
Sexuální atraktant obaleče jablečného kodlemonu, tedy chemicky (*E,E*)-8,10-dodekadien-1-ol (zkráceně E8E10-12OH), je hlavní složkou daleko komplexnějšího feromonu. V pozdějších pracích z let 1984 a 1985 bylo totiž podle analýz obsahu nebo podle oplachů feromonové žlázy zjištěno ještě 8 (resp. 12) dalších komponent.

První prakticky použitelné feromonové přípravky, odparníky s kodlemonem a disparlurem, jsem dostal v r. 1973 jako výslužku po působení v laboratořích společnosti Zoecon v Kalifornii (hlavním expertem pro výzkum feromonů zde byl výše zmíněný W. L. Roelofs). Na tomto místě bych chtěl upozornit na vynikajícího chemika a zároveň zahrádkáře Ladislava Kalvodu. Vyzkoušel si dovezené feromonové odparníky, zužitkoval informaci o účinné látce a záhy začal kodlemon sám syntetizovat. Následovaly syntézy dalších látek a Kalvodova všestranná účast při výzkumu feromonů v Ústavu organické chemie a biochemie ČSAV v Praze. Pro výsledky tohoto výzkumu se hledal realizátor. Po nejrůznějších dobových peripetiích (problémech a kompetenčních sporech — byla léta 70. a 80.) se jím konečně stal schopný partner zemědělské družstvo Slušovice, kam L. Kalvoda posléze přešel. Svobodného podnikání si ale příliš neužil. V březnu 2002 byl spolu se svou ženou Hanou v jejich rodinném domku zavražděn. To je smutný konec příběhu o prvním českém kodlemonu.

### Codling moth — klíčový škůdce

Codling moth nebo jen codling či CM, jak se v zahraniční literatuře označuje obaleč jablečný, patří k nejméně četným termínům světové entomologické literatury. Dočetl jsem se, že anglickým codling se původně označují protáhlá zelená jablka používaná na vaření (u nás mají nelichotivý název štrůdláky). O obaleči jablečném bylo sepsáno ohromné množství aplikačních, ale i teoretických (např. ekologických) prací. Z hlediska reprodukční strategie je obaleč jablečný K-stratégem (konkurenční stratégy mají menší počet kvalitnějšího potomstva a dobře konkurují jiným druhům), dobře přizpůsobeným danému prostředí s tendencí vytvářet stabilní populace. Z pohledu strategie integrované ochrany rostlin (IPM) je obaleč jablečný typickým tzv. klíčovým škůdcem. V daném ekosystému je ekonomicky nejvýznamnějším druhem, proti němuž jsou namířena ochranná opatření, která současně ovlivňují celý ekosystém.

Nahoře obaleč jablečný (*Cydia pomonella*). Orig. F. Gregor ♦ Larva obaleče jablečného po proniknutí do plodu směřuje k jádřinci, který poskytuje vydatnější složku její potravy, vlevo dole ♦ Obaleč jablečný (*C. pomonella*), na obr. vlevo, a obaleč jablonoňový (*Hedya nubiferana*) ve feromonovém lapáku. Samci obaleče jablonoňového se občas objeví v lapáku navnaděném kodlemonem, tedy (*E,E*)-8,10-dodekadien-1-olem. Hlavní složkou atraktantu obaleče jablonoňového je (*E,E*)-8,10-dodekadien-1-yl acetát. Příčinou může být i nečistý kodlemon a nedokonalá formulace účinné látky, vpravo dole





Tab. Přehled opatření v ochraně sadů proti obaleči jablečnému (*Cydia pomonella*) — zásahy během vegetace

Přípravek (účinná látka)	Počet ošetření	Dávka účinné látky [g/ha]	Toxicita [mg/kg] *
„Kalendář celoroční ochrany...“ Metodická příručka MZV z r. 1967			
Dykol (DDT)	4	8 000	118-250
Fosfothion (melation)	5	5 000	2 800
Příklad z praxe v r. 1976: necílená ochrana, nepatrné snížení napadení plodů			
Metation (fenitrothion)	3	3 000	800
Soldep (trichlorfon)	1	500	450-800
Anthio (formothion)	1	500	450
Pokusné použití pyrethroidu v r. 1977 podle signalizace feromonovými lapáky **			
Ambush (permethrin)	2	350	4 000
* Toxicita přípravků se uvádí jako letální dávka — LD50 (50% úmrtnost) pro laboratorního potkana ** Pokusné použití pyrethroidu pracovníky Ústavu ochrany rostlin VÚRV Praha-Ruzyně v plantáži odrůdy 'Golden delicious'. Napadení plodů při sklizni na kontrole 25,4 %, na ošetřené ploše 1 %			

Klíčový škůdce na sebe soustřeďuje hlavní pozornost a nevhodně volené zásahy proti němu, např. použití nevhodného přípravku v nevhodném termínu, zpravidla vyvolávají další problémy. Nejzřetelnějším následkem nevhodného použití insekticidů, s nímž jsme se setkávali na začátku našich snah o zavedení feromonů pro monitorování škůdců v sadech, jsou kalamity roztoče svlušky ovocné (*Panonychus ulmi*), provázené typickým nahnědlým zbarvením („bronzingem“) a předčasným opa-

dáváním listů. Na druhé straně i důsledné uplatňování selektivní strategie snížení populační hustoty obaleče jablečného vede ke změnám v ekosystému a začínají se škodlivě uplatňovat (v Holandsku, ale v poslední době místy i u nás) dříve bezvýznamní tzv. slupkoví a pupenová obaleči, např. obaleč zimolezový (*Adoxophyes orana*, viz obr.) a obaleči rodů *Archips*, *Pandemis*, *Hedya*.

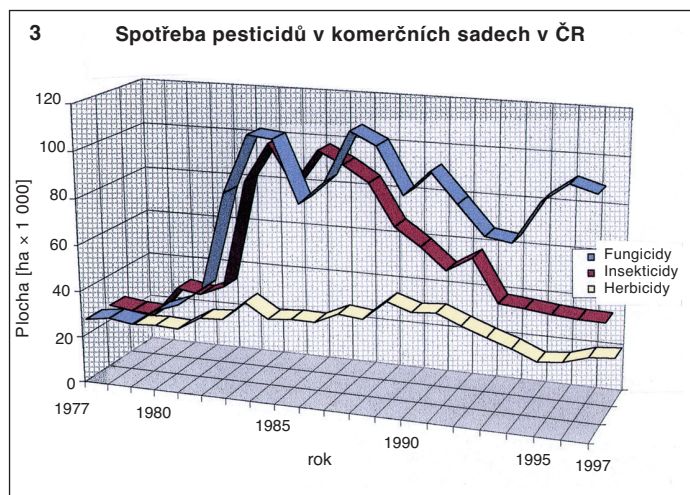
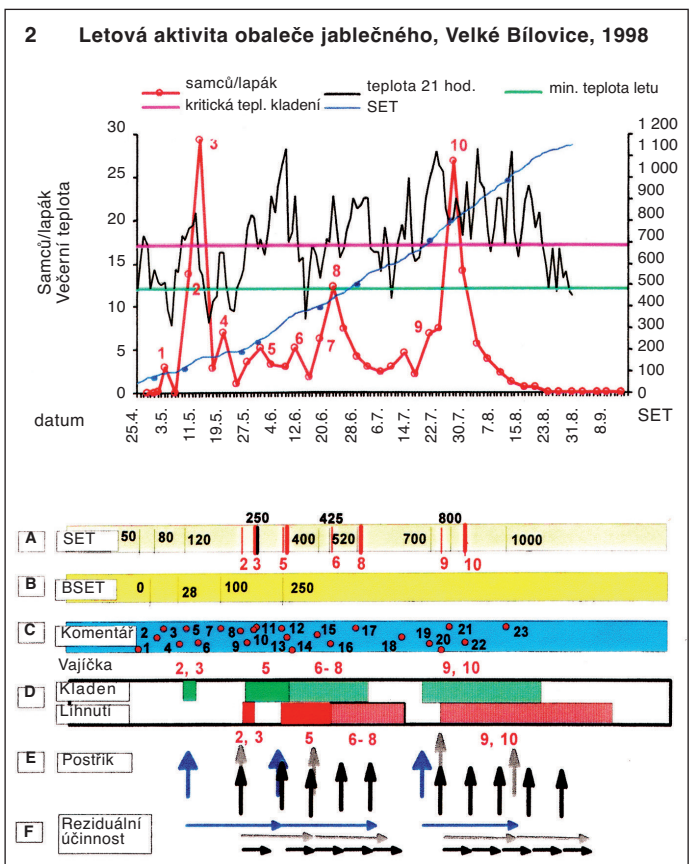
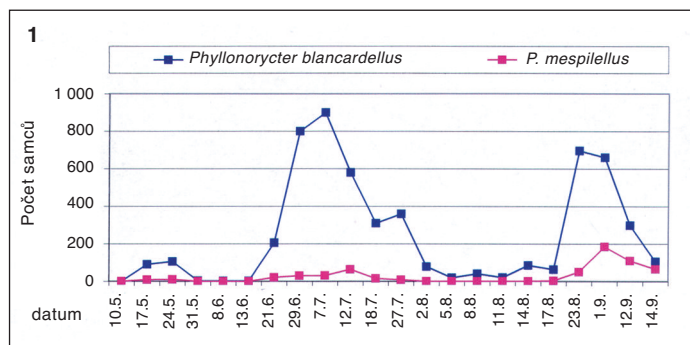
Každý školák zná červivé jablko, ale je až překvapivě málo poučených expertů, kteří mezi drobnými motýly spolehlivě poznají obaleče jablečného. Dokonce i vydavatelům příručky o ochraně rostlin se podařilo v obrázku přímo na obalu zaměnit obaleče jablečného za daleko méně významného a přitom nápadně odlišného obaleče jablečného (*Hedya nubiferana*, viz obr. na 3. str. obálky). Ve způsobilosti selektivně lovit vybraného škůdce spatřují jednu z hlavních výhod feromonových lapáků. Samozřejmě na začátku práce s feromony je

třeba prověřit, zda úlovek patří opravdu cílovému druhu, teprve později se kontrola úlovku může stát běžnou rutinou. Právě díky tomu, že od samého začátku se na výzkumu feromonů u nás podíleli zkušení odborníci na motýly František Krampal, Jan Liška, Jaroslav Marek a další, jsme pomocí feromonů objevili několik druhů nových pro naše území (resp. pro území bývalého Československa) a také jsme se (snad?) vyvarovali větších přehmatů.

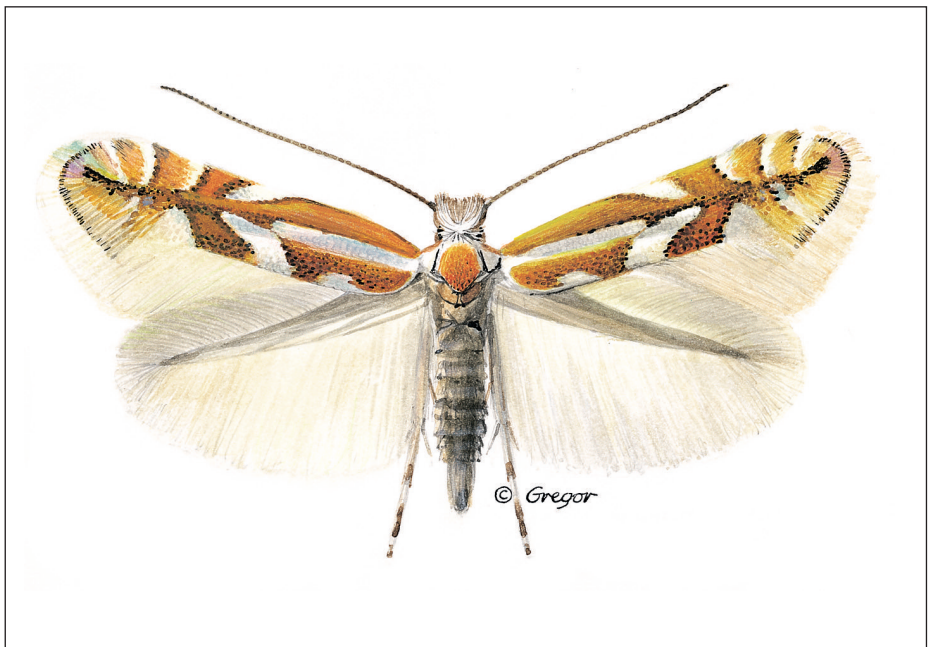
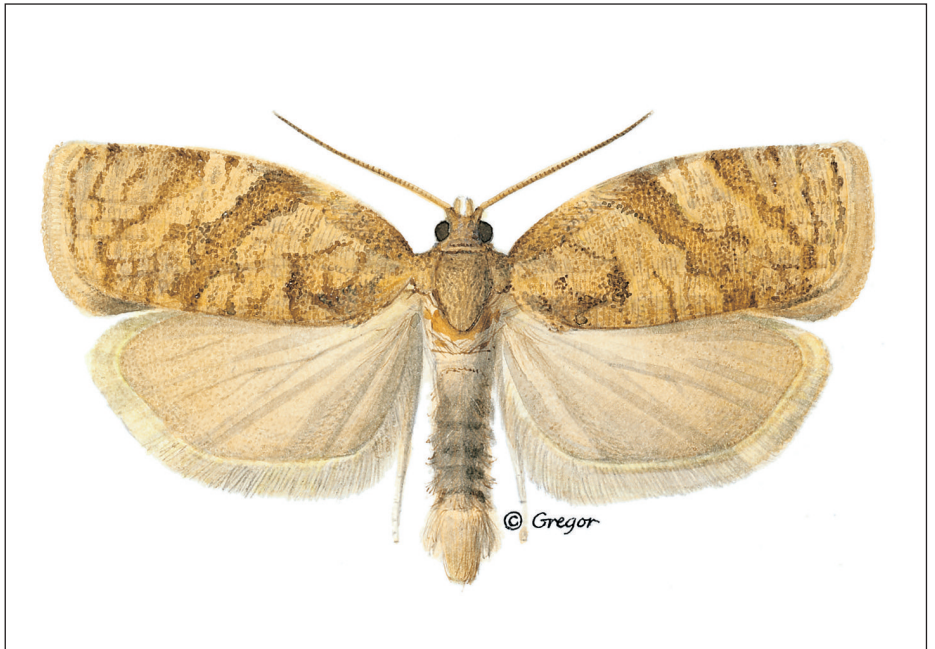
V souvislosti s použitím feromonových lapáků v sadech může sloužit za příklad klíněnka *Phyllonorycter mespilellus*, kterou jsme opakovaně zaznamenali v lapacích navnaděných (*E*)-10-dodecen-1-yl acetátem (zkráceně E10-12Ac), atraktantem klíněnky jablečkové (*P. blancardellus*, viz obr.). Klíněnka jablečková příbuzná klíněnka *P. mespilellus* se vyskytovala ve feromonových lapacích jako zhruba 15% příměs, o níž jsme včas věděli a tuto skutečnost také uváděli (graf 1). Stojí za zmínku, že jedna rakouská firma nevědomky (nebo snad dokonce záměrně?) nabízela feromon pro klíněnku jirovcovou, v Evropě známého a obávaného škůdce jirovce maďalu (*Aesculus hippoc-*

Graf 2 — Úlovky samců obaleče jablečného (*Cydia pomonella*) ve feromonových lapacích, suma efektivních teplot (SET), aktuální teplota ve 21 hod. a další kritické údaje pro řízení ochrany na příkladu ze sadů ve Velkých Bílovicích v r. 1998. Odkazy k podrobnému komentáři jsou vepsány do grafu arabskými čísly. Příklad ad 1: „Od 1. ledna bylo k uvedenému termínu dosaženo SET 53,8 °C. Signalizuje se vyvěšení lapáků (viz predikce podle SET 50 až 70 °C v řádce A). Kontrola se provádí denně. Pokračuje sčítání efektivních teplot.“ Je zřejmé, že takto podrobný komentář se nevejde do článku v Živě. Zájemce odkazují na původní text. Graf je převzat z článku I. Hrdý a O. Pultar v časopise *Agro* (1999, 4: 10–18), kde je uveden podrobný komentář

Graf 1 — Populační dynamika klíněnky jablečkové (*Phyllonorycter blancardellus*) podle úlovku samců do feromonového lapáku v sadu jabloní, brušín a třesín na Zbraslavi v r. 1988. Zde i na dalších lokalitách se v lapacích vyskytovali i samci příbuzné klíněnky *P. mespilellus*. Orig. I. Hrdý ♦ Graf 3 — Přebled spotřeby insekticidů, fungicidů a herbicidů v sadech za léta 1977 až 1997 podle údajů Státní rostlinolékařské správy







Nahore: List těsně přiléhá k plodu, typický obrázek pro napadení housenkou obaleče jablěčného (*Cydia pomonella*). Samičky často kladou na listy v okolí plodů a líhnoucí se larvičky po čichu vyhledávají plod, do něhož proniknou  
 ♦ Uprostřed: Na plodu závrtky obaleče trnkového (*C. janthinana*) a vlevo povrchové zkrnatění pokožky plodu po poškození některým z tzv. slupkových obalečů. Na rozdíl od mokvavých, ale hladkých závrtků housenek obaleče jablěčného jsou závrtky obaleče trnkového suché a strupovité, popřípadě se spirálovou chodbičkou na povrchu plodu. Obaleč trnkový je potenciálním škůdcem nejen v sadech jabloní, ale i švestek. Sexuálním atraktantem je směs Z8–12Ac a E8–12Ac  
 ♦ Dole: Po dlouhou dobu byl obaleč jablěčný naším důležitým výzkumným objektem. Udržovali jsme chovy laboratorního kmeny na umělé dietě. Na snímku kožky kukel, z nichž se vyklubli dospělci. Snímky I. Hrdého

tý aldehyd s dvojnými vazbami 8E a 10Z (viz též Živa 2000, 2: 76–79) a nikoli banální E10–12Ac. Snad lze ještě dodat, že klíněnka jabloňová se v sadech chová podobně jako svlušky: při neadekvátních zásazích insekticidy proti klíčovému škůdci obaleči jablěčnému se přemnoží, protože jsou vyhubeny drobné vosičky, její parazitoidi. Ti jsou schopni, pokud nejsou zdecimováni insekticidem, podstatně (až z 80 i více %) redukovat její populační hustotu. Škoda, že podobně účinný komplex parazitoidů neprovází klíněnku jírovcovou.

#### Usměrněná ochrana před obalečem jablěčným

Obaleč jablěčný není příliš zdatný letec a ve světelných lapácích, které jsou již dávno zavedenou a oblíbenou entomologickou technikou, bývají jeho úlovky málo početné, navíc orientace v druhově velmi pestrém úlovku je pro neentomologa obtížná. Předností světelných lapáků je, že zachytí také výskyt samic. Zavedení feromonových lapáků pro monitorování letu obaleče jablěčného bezpochyby znamenalo

Nahore obaleč zimolezový (*Adoxophyes orana*), patříci mezi tzv. slupkové a pupenové obaleče. Orig. F. Gregor ♦ Dole klíněnka jabloňová (*Phyllonorycter blancardellus*). Orig. F. Gregor

ohromný pokrok a bylo mezníkem v přechodu od necílené tzv. kalendářní ochrany (v určité části roku se používal insekticid bez kontroly reálného výskytu škůdce, což mělo často negativní vliv na různé jiné bezobratlé v okolí) k usměrněné ochraně a ke konstrukci vývojových diagramů.

Posun v názoru na použití insekticidů v sadech v rozpětí pouhých 10 let lze vyčíst z tabulky na str. 74. Ještě v r. 1967 se doporučovala „kalendářní“ ochrana a opakované aplikace DDT (toxická látka vysoce perzistentní, tj. dlouhodobě se uchovávající v půdě, vodě a tkáních živočichů), což spolu s Fosfotionem představovalo 13 kg insekticidů na 1 ha plochy! Poté, co bylo DDT zakázáno, se masivně používaly méně perzistentní a více či méně jedovaté organofosforové insekticidy. Často se aplikovaly chaoticky, necíleně, a tedy s malou účinností, jak o tom vypovídá situace uvedená v tabulce. Příkladem správného na-



časování dvou zásahů insekticidem Ambush podle signalizace feromonovými lapáky je pokus na výzkumných plochách VÚRV v Praze-Ruzyni z r. 1977, kdy oproti čtvrtině sklizených červivých plodů v kontrole byla na ošetřené ploše červivost jen 1 %. Přitom se minimalizovalo hygienické riziko, i když dnes bychom Ambush (ani jiné širokospektrální pyrethroidy) pro ochranu sadů určitě nedoporučili, protože nejsou dostatečně selektivní a vedle škůdců hubí i parazitoidy a predátory.

Matematické modelování hmyzích populací bylo tématem symposia, které se konalo v r. 1974 v East Lansing v Michiganu. Zde američtí autoři představili model regulace dvou subsystémů jablonového sadu — subsystému fytofágních roztočů a obaleče jablečného. Předmětem diskuse byla využitelnost dat pořízených pomocí feromonových lapáků. Dále rozvíjené a upřesňované modely operují s meteorologickými daty, jako je sčítání efektivních teplot, registrace kritické

teploty pro kladení vajíček a s bioindikačními daty, jako je úlovek ve feromonovém lapáku a kontrola počtu nakladených vajíček (či závrtek larev), a s charakteristikami pesticidů, jak znázorňuje schematický diagram uvedený v prvním dílu seriálu o feromonech a IPM (Živa 2006, 1: 25–27). Příklad interpretace těchto dat je znázorněn na grafu 2, který ilustruje jednu konkrétní situaci ze sadů ve Velkých Bílovicích v r. 1998. Podrobný komentář lze nalézt v časopise Agro (1999, 4), odkud jsou oba grafy převzaty. Navržený model je možná příliš komplikovaný, ale určitě se v ochraně rostlin vyplatí vyšší intelektuální vklad s následnými nižšími provozními náklady a lepší ochranou životního prostředí. I samo zjištění vrcholů letu obaleče jablečného feromonovými lapáky a zkušenost s daným ovocnářským provozem může přispět k zefektivnění ochrany.

Domnívám se, že určitým ukazatelem příznivého vlivu IPM a využití feromonů pro monitorování je trend ve snižování spotřeby

insekticidů (vyjádřeno úhrnem ošetřovaných ploch) od poloviny 80. do konce 90. let (graf 3). Samozřejmě je třeba uvážit změny v rozsahu pěstitelských ploch, v ekonomice a další, nicméně odvolávám se na porovnání mezi spotřebou insekticidů na jedné straně a spotřebou fungicidů spolu s herbicidy na straně druhé.

V celém seriálu se hovoří jen o feromonech, a tak uvedu alespoň zmínku o farnesenu, který je kairomonem (látka zvýhodňující příjemce chemického signálu) pro obaleče jablečného. Úzký vztah mezi obalečem jablečným a jeho živnou rostlinou, jabloní *Malus pumila*, se opětovně studoval a je prokázáno, že rozhodující roli mají čichové podněty. Farneseny (*E,E*)- $\alpha$ -farnesen a (*Z,E*)- $\alpha$ -farnesen obsažené ve slupce plodů lákají kladoucí samičky obaleče a také čerstvě vylíhlé larvy. Vůně jablek dokonce stimuluje volání (produkci feromonu) neoplozených samic. Pozoruhodná výmluvnost chemických signálů v říši hmyzu.

## Způsob života a chov zelenopláštěníka řebříčkového

Rudolf Hrabák

Tento výrazně zelený motýl s neobvyklým způsobem života patří do čel. píďalkovitých (*Geometridae*) je příkladem druhu, pro který taxonomové neustále hledali a hledají příhodné zařazení do rodu. Tak např. v Jouklově díle Motýlové a housenky střední Evropy (1910) je řazen do rodu *Euchloris*, kam ho zařadil J. Hübner spolu se zelenopláštěníkem dubovým (*Comibaeana bajularia*), když předtím náležel do rodu *Phorodesma*. Ještě nedávno byl řazen do rodu *Euchloris* a později do rodu *Theti-*

*dia*, kam tuto píďalku zařadil již v r. 1840 J. B. A. D. Boisduval. Jako prioritní název rodu je pro tento druh platný i v současnosti. Pokus W. Raineriho z r. 1994 včlenit zelenopláštěníka řebříčkového do rodu *Antonechloris* měl jen krátké trvání. Podobných příkladů změn v klasifikaci bychom v systému motýlů našli mnoho a nejde vždy jen o rod, ale i o vyšší systematické jednotky.

Zelenopláštěník řebříčkový (*Thetidia smaragdaria*) je druhem submediteránně pontickým, tj. vyskytuje se široce ve střední,

jižní a východní Evropě s těžištěm výskytu na jihu, kde vytváří během roku dvě generace, zatímco na severu generaci pouze jednu. V našich zeměpisných šířkách (ČR a SR) je motýlem spíše vzácným, vyskytující se jen lokálně. Chybí v rozsáhlých oblastech severního Německa, v Nizozemí a v Dánsku. Zelenopláštěník žije v krajinně stepního charakteru, zarostlé keřovitou vegetací. Nevyhýbá se ani kopcům, kde vyhledává úbočí, terasy teplých svahů a strání. V suchých oblastech jižních Alp vystupuje až do nadmořské výšky 1 100 m. Najdeme ho také na okrajích lesů, březích potoků a řek, kde přezimující housenky přežívají i krátkodobě jarní záplavy.

Dospělci se na jihu objevují již v červnu a začátkem července (1. generace) a létají až do poloviny září jako 2. generace, která bývá neúplná nebo za nepříznivých podmínek zcela chybí. Navíc jsou dospělci 2. generace menší. Samiči 1. generace (viz obr.) se podařilo ulovit na světlo v r. 2005 v jižní Francii v pohoří Les Alpes Maritimes, nedaleko obce Maurion (asi 40 km severovýchodně od Nice) v nadmořské výšce 737 m. V následném chovu vykládla 7. a 8. července oválná, oboustranně zploštělá vajíčka (viz obr.). Ukládala je na listy nebo stonky vyšších pater řebříčku obecného (*Achillea millefolium*). Bledě žlutá vajíčka před líhnutím zsedla. Povrch vykazuje polygonální síťování. Živnými rostlinami jsou kromě řebříčku i starček obecný (*Senecio vulgaris*), vřatič obecný (*Tanacetum vulgare*) a různé druhy pelyňků rodu *Artemisia*.

Housenky se líhly v uměle vytvořených podmínkách při teplotě 20–24 °C po 14 až 16 dnech. Ihned po vylíhnutí, dříve než začaly přijímat potravu, sháněly materiál na vytvoření vaku, jehož budování je u motýlů vzácným jevem. Na to jim posloužily vykousané části filtračního papíru, kterým byly vystlány Petriho misky. Po vylíhnutí jsem přemístil 28 housenek do květenství řebříčku, kde si housenky doplnily vaky o úkrojky korunních plátků.

Dorostlé housenky 5. vývojového instaru

*Samice zelenopláštěníka řebříčkového (Thetidia smaragdaria) záhy po opuštění kukly. Po několika dnech motýl ztrácí nápadnou zelení křídla a nabývá žlutozelené zbarvení*

