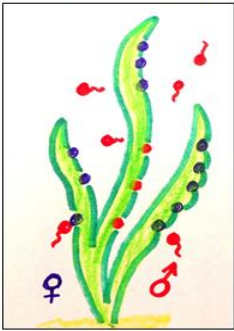




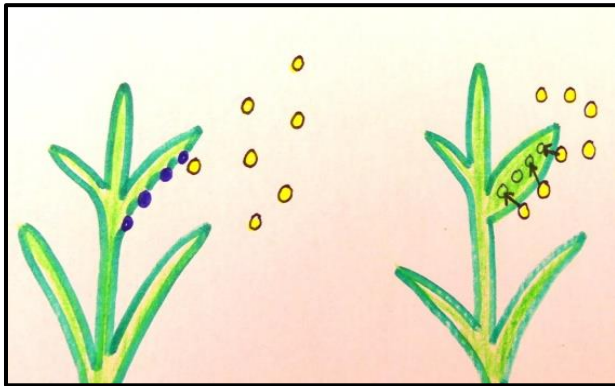
Polenantoj

Oldřich Arnošt Fischer

Kluba prelego por Esperantista Klubo Brno, filia societo de Ĉeĥa Esperanto-Asocio, la 5-an de oktobro 2022

Polenantoj estas organismoj, kiuj transmisias polenon de plantoj al stigmoj de angiospermoj. La plej multenombra grupo de polenantoj estas **insektoj**, sed la polenon kapablas transmisii ankaŭ **moluskoj, rampuloj, birdoj kaj mambestoj**. Kompreneble ankaŭ homoj (botanikistoj) intence transmisias la polenon, se ili volas la plantojn hibridigi.

<p>Seksa plimultiĝo de algoj.</p> 	<p>En pratempaj maroj, antaŭ unu miliardo da jaroj, aperis la unuaj plantoj, akvaj algoj. Komence ili estis nur unuĉelaj, poste plurĉelaj. Femalaj seksaj ĉeloj situis sur korpa surfaco. Masklaj seksaj ĉeloj, kiuj havis unu aŭ kelkajn flagelojn, en akvo moviĝis kaj serĉis femalajn ĉelojn.</p>
<p>Muskoj</p> 	<p>Antaŭ 800 milionoj da jaroj kelkaj plantoj forlasis akvon kaj ekkreskis sur tero. Ili povis sekse plimultiĝi nur se pluvis, ĉar masklaj seksaj ĉeloj nur en akvo kapablis moviĝi. Tiu ĉi sistemo ĝis nun funkcias ĉe muskoj,...</p>
<p>Ekvizetoj kaj likopodioj</p> 	<p>... ekvizetoj kaj likopodioj.</p> <p>Se pluvas, iliaj masklaj ĉeloj moviĝas en pluva akvo.</p> <p>Sur bildoj estas <i>Equisetum arvense</i> kaj <i>Lycopodium clavatum</i>.</p>



Sed la plantoj disvastiĝis ankaŭ en la lokojn, kie malofte pluvis. Tial iliajn masklajn seksajn ĉelojn anstataŭ la akvo ektransportiis vento.

Gimnospermoj (pinofitoj, maldekstre), kiuj ekestis antaŭ 300 milionoj da jaroj, estas la plantoj, kies ovoj (femalaj seksaj ĉeloj) kuŝas sur malfermitaj folioj. La vento al la ovoj alportas polenon (masklajn seksajn ĉelojn).

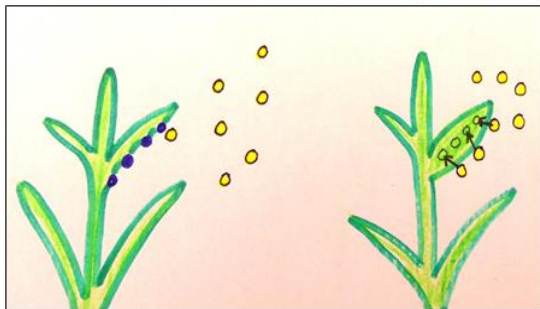
Gimnospermoj

(ekz. *Ginkgo biloba*, *Larix decidua*, *Picea abies*, *Juniperus communis*)



Al la gimnospermoj (pinofitoj) apartenas ekzemple ĉinia arbo *Ginkgo biloba* kaj pinglarboj (piceoj, abioj, larikoj, pinarboj, juniperoj, tujoj, sekvojoj, cikaso k. a.)

Gimnospermoj (maldekstre) kaj angiospermoj (dekstre).



Antaŭ 260 milionoj da jaroj kelkaj plantoj siajn foliojn kun femalaj seksaj ĉeloj (semujojn) fermis. Tiel ekestis **angiospermoj**, la plantoj, kies ovoj estas kaŝitaj en semujoj. Ekde tiu tempo la poleno devis penetri la folion. Al la angiospermoj apartenas plimulto da plantoj (foliarboj, herboj, floroj k. a). Kelkajn plantojn polenas vento, aliajn plantojn polenas vivantaj organismoj – **polenantoj**.



Hispana sukkena fosilio de tizanoptero (la insekto el la ordo Thysanoptera) atestas pri la unuaj kontaktoj de plantoj kun polenantoj, kiuj ekestis **antaŭ 110 – 105 milionoj da jaroj**. Se humana civilizo evoluas ĉirkaŭ unu milionon da jaroj, la polenantoj estas ĉirkaŭ 110× pli aĝaj ol humana civilizo.

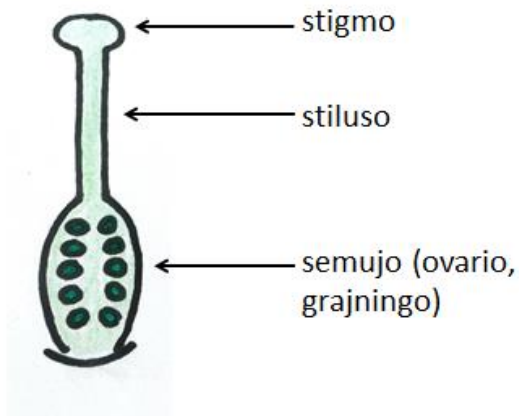
Floro de lilio: perigono havas ses blankajn tepalojn.

Polenujo



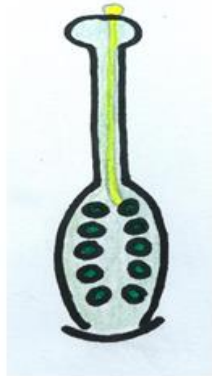
Blankaj **tepaloj** kreas **perigonon**. Oranĝkoloraj **polenujoj** produktas flavan **polenon**.

PISTILO



La poleno devas esti transportita sur **stigmon** de la pistilo. La stigmo situas sur **stiluso**, kiu gvidas en **semujon**. En la semujo estas **ovoj**, kiuj post fruktigo fariĝas **semoj**.

Polenadon sekvas fruktigo. Poleno transkreskas stigmon kaj stiluson. En semujo la poleno konfluas kun ovo.



Post la fruktigo la ovoĵoj en la semujoj fariĝas **semoj**.

Polenantoj estas divers-specia grupo de bestoj. Al **mambestoj** apartenas madagaskara duonsimio *Varecia variegata* kaj la marsupiulo *Tarsipes rostratus*, 30 vespertaj kaj kvar pteropaj specioj. **Rampulo** estas la lacerto el la genro *Hoplodactylus*. La polenon transmisias **birdoj** kolibroj, **moluskoj** (limakoj) kaj diversaj artropodoj, precipe **insektoj** (abeloj, burdoj, vespoj, muŝoj, skaraboj k. a.).

Rilato inter plantoj kaj iliaj polenantoj estas plej ofte **mutualismo**, tio signifas la rilato, de kiu profitas ambaŭ partneroj (*mi al vi donos tion – vi al mi donos tion*). Plej ofte la plantoj donas al polenantoj nektaron, dolĉan fluidaĵon, kiu troviĝas en nektaruloj apud la semujoj kaj enhavas sukerojn.

Duonsimio *Varecia variegata* el Madagaskaro. ZOO-ĝardeno en Brno.



La plej granda mambesta polenanto.

Asarum europaeum.
Limakoj voras partojn de floroj kaj transmicias polenon.



En ombraj lokoj de arbaroj troviĝas la planto *Asarum europaeum*. Sub ĝiaj renformaj folioj estas kaŝitaj la floretoj. Malgrandaj limakoj (teraj moluskoj sen ŝeloj) voras partojn de la floroj kaj sur siaj gluemaj korpoj transmicias polenon en aliajn florojn.

Ensiferoj voras polenon.



Poleno enhavas proteinojn kaj aliajn nutritivajn substancojn, tiel ekzemple ensiferoj, kiuj estas rabaj bestoj, ofte la polenon voras.

La skarabo *Trichodes apiarius* (Cleridae)



Larvoj de la skarabo *Trichodes apiarius* evoluas en nestoj de sole vivantaj abeloj. Haritaj skaraboj vizitas florojn, kiujn polenas.

La cetonioj el la genro *Trichius*.



La skaraboj el la genro *Trichius* estas haritaj. Ili bone flugas kaj polenas florojn.

La cetonioj *Oxythyrea funesta*, *Valgus hemipterus* kaj *Tropinota hirta*.



Malgrandaj, sed abundaj cetoniaj specioj, polenantoj.

La vespo *Scolia hirta*, kies larvoj parazitas en larvoj de cetonioj.



En larvoj de cetonioj evoluas larvoj de la vespo *Scolia hirta*, kiu polenas florojn.

Aglais urticae



La papilioj suĉas nektaron kaj polenas florojn.

La papilioj *Iphiclides podalirius* kaj *Papilio machaon*.



La papilioj *Pieris brassicae* kaj *Inachis io*.



La papilio *Macroglossum stellatarum* (Sphingidae)



Tiu ĉi papilio estas bonega fluganto, kiu ne sidas sur plantojn, sed flugante suĉas la nektaron kiel kolibro.

La muŝo *Graphomya maculata* sur *Hedera helix*.



Muŝoj estas vizitantoj de floroj, kiujn polenas.

Sirfedoj, la muŝoj el la familio Syrphidae.



En multenombra familio Syrphidae estas multe da bonegaj flugantoj, kiuj polenas florojn.

La abeloj (*Apis mellifera*) sur kaprosalikoj.



Sed la plej signifaj polenatoj estas abeloj. Oni diras, ke insektoj polenas 85 % da florantajn plantojn kaj el ili 85 % polenas abeloj.

En Eŭropo 76 % de nutraĵa produktado dependas de abela polenado.

Ekspertoj kalkulis, ke la abeloj donas al Eŭropa Unio ekonomian kontribuon 14,2 milionoj da € per unu jaro.

La abeloj *Apis mellifera* sur avelkorilo



La abelo flugas per la rapideco eĉ **28 km/horo**.

Ĝi fluas eĉ **10 km** de sia abelujo, tio estas la samo, kvazaŭ homo iradis el Prago en Parizon sen mapo.

Flugante reen, en sian abelujojn, la abelo portas la kargon, kiu estas tiel peza kiel **duono da pezo de la abelo**.

Abeloj sur prunuso armenia.



Dum unu horo la abelo vizitas mezkvante **700** florojn.

Por produktado de **1 g** da mielo, la abeloj bezonas viziti mezkvante **7 000** florojn.

Produktado de mielo estas kolektiva laboro. Unusola abelo ne kapablas la mielon krei.

***Apis mellifera* sur *Cichorium intybus*.**



Poleno de ciĥorio (*Cichorium intybus*) havas blankan koloron.

Policanoj povas uzi abelojn por **serĉado de eksplodaĵoj**. Se oni miksas la eksplodaĵo kun dolĉaĵoj, la abeloj ekmemoras odoron de la eksplodaĵo kaj poste amasiĝas en lokoj, kie estas la eksplodaĵo kaŝita.

Kolektiloj de poleno: tibioj de kruroj, abdomeno.



La abeloj povas havi **kolektilojn** de poleno sur tibioj de la 3-a paro de kruroj aŭ sur suba parto de abdomeno...

La abelo en la genro *Rophites* (Halictidae) havas kolektilojn sur tibioj kaj femuroj.



... aŭ sur femuroj kaj tibioj de kruroj.

La abelo el la genro *Xylocopa* englutas polenon kaj nektaron.



Okulfrapa granda abelo el la genro *Xylocopa* havas neniujn kolektilojn. Ĝi la polenon kaj nektaron englutas kaj en sia nesto la miksadon de poleno kaj nektaro elgorĝigas por siaj larvoj.

La abelo *Andrena fulva* (Andrenidae).



La abelo *Anthidium manicatum* (Megachilidae).



La abeloj *Neosmia bicolor* (Megachilidae).



Rara varm-amanta abelo *Tetraloniella salicariae*



La abelo *Andrena florea* sur *Bryonia alba*.



Inter la abeloj estas specialistoj, kiuj polenas nur florojn de unusola planta specio.

Ekzemple la abelo *Andrena florea* polenas nur la florojn de *Bryonia alba*. Kie mankas la planto *B. alba*, tie ne troviĝas la abelo *A. florea*.

Rododendrono havas la nektaron, kiu ne estas venena por abeloj, sed estas venena por homoj.



Rusoj, kiuj en Siberio manĝis mielon, kiun lokaj abeloj kreis de rododendrona nektaro, suferis de simptomoj de ebrieco. Ili iomete venenigis per la mielo.

En rusa lingvo „ebria“ estas „pjaniĵ“ (пьяный), de tie estas rusa nomo de rododendrono *pjaniŝnik* kaj ĉeĥa nomo *pěnišník*.

Kaj kio estas „arbara mielo“? Ĝi estas malhelbruna kaj bonodora. Homoj kredas, ke ĝi estas tre valora. Bedaŭrinde ĝi ne estas preparita de nektaro. Sur piceoj, pinarboj kaj aliaj pinglarboj multe da koĉoj (Coccoidea)* kaj folilaŭsoj (Aphidea)* suĉas limfon de tiuj arboj. Ili bezonas proteinojn, sed la arba limfo enhavas malmulte da proteinoj. Tial la insektoj bezonas suĉi amason da limfo kaj superfluan de la fluidaĵo fekas. La fekaĵoj enhavas multe da sukeroj. Abeloj dolĉajn fekaĵojn lekas kaj preparas de ili „arbaran mielon“. - Strobiloj de la pinglarboj (gimnospermoj) enhavas neniun nektaron.



* Sistematikaj pozicioj de **koĉoj** kaj **folilaŭsoj**:

Klaso: Insecta, ordo: Hemiptera, subordo: Sternorrhyncha, superfamilioj: **koĉoj** (Coccoidea) kaj **folilaŭsoj** (Aphidea).

Se dum la tago la floran *Melandryum album* vizitas noktaj papilioj, baldaŭ ekpluvos.



Noktaj papilioj vizitas florojn de *Melandryum album* dum la tago antaŭ pluvo.

Kial? Antaŭ pluvo floroj de *M. album* enhavas pli multe da nektaro ol normale..

Se en mielo estas granda enhavo da **metaloj** (kupro, zinko, plumbo), geologoj scias, ke en la regiono tiuj ĉi metaloj troviĝas en tero.

La burdo *Bombus terrestris*



Burdoj estas haritaj abeloj kun longaj suĉiloj.

La burdo *Bombus sylvarum*.



La burdo *Bombus pascuorum*



Salvio



Salvio, la planto el la familio Lamiaceae, bonvenigas burdojn kaj abelojn per stigoj sur longaj stilusoj. La insektoj devas la stigojn poleni. Kiam la insektoj suĉas nektaron, polenujoj ŝarĝas iliajn dorsojn per poleno.

Burdo vizitis floron de hibisko kaj eliris kun kargo de poleno.

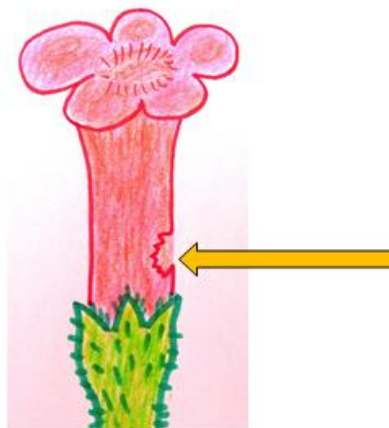


Viscaria vulgaris protektas sian nektaron kontraŭ formikoj per gluemaj zonoj.



Kelkaj insektoj volas manĝi nektaron, sed ne volas labori, poleni la florojn. Kelkaj plantoj kontraŭ **ŝtelado de nektaro** sin defendas.

Ŝtelado de nektaro.



Iam ni povas trovi la florojn, en kiuj insektoj faris truojn por ŝtelado de nektaro.

Medicago sativa batas la abelojn, kiuj malfermas florojn.



Apis mellifera estas **arbara-stepa** abela specio kaj la planto *Medicago sativa* estas **stepa** planto. *Apis mellifera* ĝis nun ne sukcesis sufiĉe adaptiĝi al polenado de *Medicago sativa*. Floro de *Medicago sativa* havas kvar tepalojn (kolorajn partojn): unu ŝildon, du flugiletojn kaj unu boateton. Se la abelo malfermas floron, ĝi devas preni la boateton. En tiu momento eksaltos pistilo kaj batos la senteman lokon sur kapo de la abelo. La floro estas precize polenita, sed la abelo sentis doloron, tial venontfoje ĝi evitas malfermadon de la floroj kaj ŝtelas nektaron sub flugiletoj.

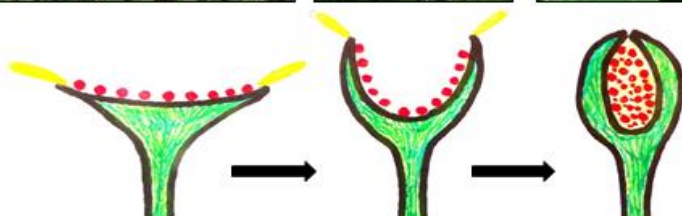
Pli bone la planton polenas stepa specio *Rhophitoides canus*, kiu jam estas bone adaptita al polenado de stepa planto *Medicago sativa*. Malfermante la floron, ankaŭ tiu abelo estas batita, sed ne en sentema loko de la kapo. Tial ĝi kontinuas malfermi la florojn de *Medicago sativa* kaj ne ŝtelas nektaron.

Figoj – fermitaj floraroj



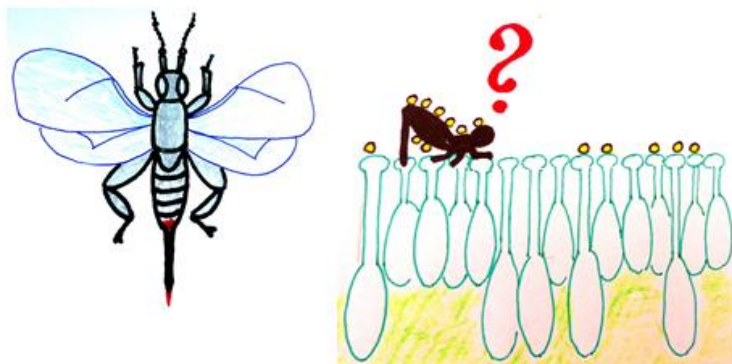
Sed kiu polenas figojn? Ili estas fermitaj kaj malgrandaj aperturoj permesas eniri al neniuj abeloj. Krom tio florantaj figoj (*Ficus carica*) produktas neniun nektaron.

Figo estas fermita floraro.



Imagu, ke floraro de sunfloro (*Helianthus annuus*) fermus sin. Ĝi kreus la saman floraron kiel la figo.

Polenanto de figoj, la vespeto *Blastophaga psenes* (2 mm), metas ovojn en semujojn de la figo.



Malgrandaj vespetoj evoluas precipe en sovaĝaj figoj, kies floroj havas mallongajn stilusojn. Femaloj per siaj ovometiloj metas ovojn en semujojn de femalaj floroj, en kiuj evoluas larvoj. Krom tio masklaj floroj de sovaĝaj figoj produktas multe da poleno. Se la femalo vizitos manĝeblan figon, ĝi tuj forprenas siajn flugilojn kaj antenojn. En la figo estas mallumo kaj granda humideco. La femalo purigas sin de poleno kaj metas ovojn en femalajn florojn. Sed en la figo estas la floroj kun mallongaj kaj longaj floroj. La femalo polenas la florojn, sed ne scias, kiu stiluso estas mallonga kaj kiu longa. Se ĝi metis ovon en la floron kun mallonga stiluso, larvo povas evolui en la semujo. Se ĝi metis sian ovon en la floro kun longa stiluso, la ovo pereos. Post polenado kaj metado de ovoj la femalo mortas. El femalaj floroj kun mallogaj stilusoj elkrizalidos novaj maskloj kaj femaloj. La maskloj havas neniujn flugilojn. Ili kopulacias kun la femaloj kaj mortas. La femaloj eliras la figon, sed portas kargon de poleno. Ili flugas kaj serĉas aliaj figojn.

***Stapelia gigantea*. Floroj malodoras kiel kadavro.**



Stapelioj devenas el Suda Afriko. Ili havas interesajn florojn, sed tiuj floroj malodoras kiel kadavroj. La floroj allogas muŝojn, kiuj ilin polenas. Mi kunlaboris kun amatora botanikisto Robert Vicha, kiu hejme en Brno kaj poste en Zlín havis la planton el la genro *Stapelia*. Kaŭze de malodoro fenestro estis malfermita, tial en ĉambron povis enflugi muŝoj. Sur floroj de la stapelio mi trovis ovojn de muŝoj. Mi volis scii, kiuj muŝaj specioj metas ovojn sur la florojn. Mi metis la ovojn sur freŝan porkaĵon, kun mi protektis kontraŭ muŝoj, kaj post du semajnoj mi sciis rezulton.

El la ovoj mi ricevis 365 muŝojn: 306 *Calliphora vicina*, 6 *Lucilia caesar*, 53 *Lucilia sericata* var. *cuprina*. Tio estas la specioj, kiuj vizitas freŝajn kadavrojn en la unua stadio de malkomponiĝo de la kadavro.

La larvoj, kiuj elkoviĝas sur floroj de stapelioj mortas de malsato, ĉar la floro ne estas kadavro (viando). Ĉu temas pri mutualismo? Certe ne. Nur la stapelio profitas.

Helpo al abeloj



La polenantoj havas multe da malamikoj, el kiuj la plej malbona estas homo. Agrokulturistoj uzas 4 000 t da pesticidoj per unu jaroj. tri kvaronojn da arabra lando okupacias raspo, tritiko, hordeo kaj maizo. Polenantoj ne havas sufiĉe da diversaj florantaj plantoj. Printempe nedisciplinitaj homoj forbruligas herbejojn kaj neniigas burdajn kaj abelajn nestojn. Veturiloj mortigas flugantajn polenantojn.

Al abeloj homoj povas helpi precipe per plantado de florantaj plantoj, limito de uzado de pesticidoj kaj konstruado de taŭgaj lokoj por nestoj.

Rekomendita literaturo

- ANDRLE, M. 2008: Nejstarší opylovači světa. Včelí stráž, <https://www.vcelistraz.cz>
- BABÁČKOVÁ, L. k. a. 2017: Kdo u nás opyluje?, 2-a eld., Brno, Lipka, 22 paĝoj.
- CARSONOVÁ, R. 2021: Tiché jaro, 1-a eld., Brno, Host, 376 paĝoj.
- ERLEBACH, J. 2019: Včely, jak je možná neznáte. <https://www.zeleny-grunt.cz/vcely...> , 4. 9. 2019.
- FISCHER, O. A. 2007: An assessment of the sanitary importance of sixteen blowfly species (Diptera: Calliphoridae). Acta Rerum Naturalium, 3: 29-35.
- FISCHER, O. A. & VÍCHA, R. 2003: Blowflies (Diptera, Calliphoridae) attracted by *Phallus impudicus* (Phallaceae) and *Stapelia grandiflora* (Asclepiadaceae). Biológia, Bratislava, 58: 995-998.
- HOMOLA, M. 2018: Samotářské včelky čekají na objevení českými sadaři. <https://www.novinky.cz/clanek-veda-skoly-samotarske-vcelky...> , 15. 4. 2018.
- KOČÁREK, P., HOLUŠA, J., VLK, R. & MARHOUL, P. 2013: Rovnokřídli (Insecta: Orthoptera) České republiky. 1-a eld., Prago, Academia, 283 paĝoj.
- KVAČEK, Z. & KVAČEK, J. 2009: Jak vznikly krytosemenné rostliny a jejich květy. Živa 5: 209-211.
- MACEK, J., STRAKA, J., BOGUSCH, P., DVOŘÁK, L., BEZDĚČKA, P. & TYRNER, P. 2010: Blanokřídli České republiky I. – žahadloví. 1-a eld., Prago, Academia, 520 paĝoj.
- MANKE, E. 2004: Kaktusy a jiné sukulenty. 1-a eld., Dobřejovice, Rebo, 95 paĝoj.
- PŘIDAL, A. 2005: Ekologie opylovatelů, 2-a eld., Brno, Lynx, 112 paĝoj.
- REICHHOLF-RIEHM, H. 2003: Motýli, 2-a eld., Prago, Euromedia Group – Knižní klub, 288 paĝoj.
- ŠRÁMČÍKOVÁ, J. 2022: Včela medonosná vs. další opylovači – má smysl hádat se o větším významu jedněch nebo druhých? <https://www.nasezahrada.com/vcela-medonosna...> , 18. 9. 2022.
- TOMAN, J. 2019: Jak rostliny vystoupily z vody na souš. <https://nedd.tiscali.cz/jak-rostliny-vystoupily-z-vody-na-sous-336648> , 25. 11. 2019.

Ĉiuj fotoj kaj desegnaĵoj de tiu ĉi prelego estas kreaĵoj de la aŭtoro.