

LUCRĂTOARELE (*APIS MELLIFERA* L.) POT UTILIZA AMIDONUL DREPT COMBUSTIBIL PENTRU ZBOR, ÎN TIMP CE TRÂNTORII NU POT

N. HRASSNIGG¹, R. BRODSCHNEIDER¹, P. FLEISCHMANN², K. CRAILSHEIM¹

¹Institut für Zoologie an der Karl-Franzens-Universität in Graz, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz, AUSTRIA
E-mail: norbert.hrassnigg@uni-graz.at, tel.: ++43 (0)316 380 5617, Fax.: ++43 (0)316 380 9875

²Institut für Biomedizinische Technik, Technische Universität Graz, Krenngasse 37, A-8010 Graz, AUSTRIA

Rezumat

Când lucrătoare bătrâne, ale căror mostre au fost prelevate de la un loc de hrănire, au fost hrănite cu soluție bimolară de glucoză, care conținea, în plus, un echivalent de amidon solubil de glucoză 1-molară, ele și-au sporit perioada de zbor cu aproximativ 24%. Trântorii care zburau, hrăniți cu aceleași cantități de zahăr și amidon, nu și-au mărit, ci, dimpotrivă, și-au redus semnificativ timpul de zbor (23,6) în comparație cu perioada în care au fost hrăniți cu o soluție de glucoză bimolară pură. Cele două regimuri de hrănire nu au modificat viteza medie nici la lucrătoare, nici la trântori. Rezultatele noastre arată că lucrătoarele pot utiliza amidonul în timpul zborului, în timp ce albinele melifere masculine nu pot. Acest fapt dovedește că enzima amilază, care este în glandele hipofaringiene ale lucrătoarelor mai bătrâne sporește eficiența acestora în utilizarea hidraților de carbon complecși și subliniază rolul important jucat de acestea în prelucrarea hranei, în cadrul sistemului social foarte evoluat al societății albinelor melifere.

Cuvinte cheie: trântor / metabolismul zborului / amidon / enzimă / digestie

Introducere

La albine, la care evoluția este înaltă, diviziunea muncii include efectuarea unor numeroase sarcini dependent de vârstă, printre care se numără și digestia. Lucrătoarele aflate la vârsta îngrijirii puietului consumă majoritatea polenului adus în colonie de culegătoare și produc lăptișorul proteic (hrana puietului) în glandele lor specializate. Acesta este distribuit puietului, dar și altor lucrătoare, trântorilor și mătcii (CRAILSHEIM, 1992; CRAILSHEIM et al., 1992; HRASSNIGG și CRAILSHEIM, 1998a, b). Lucrătoarele au o eficiență ridicată în digerarea hranei ingerate, adică nectarul și polenul. Acest fapt este reflectat de producerea de enzime cum ar fi zaharaza (SIMPSON et al., 1968) sau amilaza în glandele hipofaringiene, care digeră hidrații de carbon, ca și de prezența enzimelor proteolitice în intestin, utilizate mai ales pentru degradarea proteinelor din polen (MORITZ și CRAILSHEIM, 1987). Producerea acestor enzime depinde în mare măsură de activitatea lucrătoarelor. La albinele tinere (doici), glandele hipofaringiene produc mai ales lăptișor proteic, dar, albinele mai în vârstă (culegătoare) își modifică activitatea de sinteză, producând mai ales enzime care digeră hidrații de carbon (HALBERSTADT, 1980; KUBO et al., 1996). Amilaza și zaharaza degradează hidrații de carbon compuși în monomerii acestora, în timp ce glucoz-oxidaza contribuie la buna conservare a mierii prin producerea de mici cantități de peroxid de hidrogen. Acești carbohidrați se găsesc și în mierea depozitată în faguri.

Genul masculin este lipsit de glandele hipofaringiene (SNODGRASS, 1956). Trântorii nu sunt implicați în procesul de colectare și depozitare a rezervelor de hrană ale coloniei. Sarcina lor primară – și unica, după cât se știe – este să producă spermă și să se împerecheze cu matca. Pentru a-și îndeplini această misiune, ei sunt zburători puternici și rezistenți (GMEINBAUER și CRAILSHEIM, 1993). Ei obțin energia necesară pentru aceste zboruri din mierea pe care o ingerează din rezervele existente în colonie.

Se știe că lucrătoarele sunt capabile să digere amidonul, dar, deocamdată nu este clar dacă acest proces este destul de rapid ca să susțină metabolismul de zbor. Nu se știe nici dacă trântorii pot digera amidon sau dacă îl pot utiliza pentru zbor. Ca atare, se ridică întrebarea: Pot oare lucrătoarele și trântorii albinei melifere să utilizeze amidonul în metabolismul de zbor?

Material și metode

În vederea cercetării metabolismului de zbor, lucrătoare și trântori au fost pregătiți să zboare în caruselul deja descris de HRASSNIGG și CRAILSHEIM (1999). Dacă se utilizează amidon în metabolismul de zbor al albinelor, o administrare suplimentară de amidon într-o soluție de glucoză ar trebui să mărească timpul de zbor și/sau numărul de ture pe care albinele le parcurg în caruselul de zbor. Dacă amidonul nu este utilizat, nu se va constata mărirea timpului de zbor.

Mostre de lucrătoare au fost prelevate de la un loc de hrănire din apropierea coloniei, și anume după administrarea unei soluții 1-molare de zaharoză. Trântorii au fost luați de pe ramele laterale ale unei colonii, acolo unde de obicei se găsesc trântorii mai bătrâni. Albinele au fost pregătite pentru a fi atașate de brațul

unui carusel. Mai întâi, insectele au fost stimulate să zboare fără o hrănire suplimentară ca să-și consume rezervele lor de energie (de ex. zahăr). Ulterior, au fost hrănite cu cantități bine stabilite de soluții de glucoză sau glucoză-amidon și au fost stimulate să zboare din nou. Fiecare tură zburată de albine a fost înregistrată de computere și timpul total de zbor a fost cronometrat suplimentar manual, astfel încât numai perioada activă de zbor a fost luată în considerare la calculele ulterioare.

După primul zbor, lucrătoarelor și trântorilor li s-au administrat 10 μ l de soluție de glucoză pură (2 M). După o perioadă de odihnă de cinci minute au fost stimulați să zboare din nou. Când au fost epuizați, au fost luați de pe brațul caruselului și au fost hrăniți cu o soluție de glucoză-amidon (concentrația glucozei – 2 M, cea a amidonului, calculată ca glucoză anhidră – 1M). Pentru experimente, am utilizat glucoză pură și amidon solubil (potrivit lui ZULKOWSKY) de la Merck. Cantitatea de amidon a fost calculată pentru monomerii acestuia, ca glucoză anhidră (C₆H₁₀O₅), cu greutatea moleculară de 162 g. Am mărit cantitatea de amidon cu 10% ca să compensăm apa legată fizic de acesta.

Rezultate

Perioada de zbor a lucrătoarelor în carusel a fost cu 19% mai îndelungată decât cea a trântorilor, după ce li s-a administrat aceeași cantitate de glucoză (10 μ l, 2M) (Figura 1).

Când trântorilor li s-a administrat o soluție de glucoză pură (10 μ l, glucoză 2M), aceștia au zburat semnificativ mai mult decât când au fost hrăniți cu glucoză plus amidon (10 μ l, glucoză 2M și 1M glucoză anhidră). Astfel, perioada de zbor a trântorilor, cărora li s-a administrat suplimentar amidon, a fost redusă cu 23,6% (Figura 1).

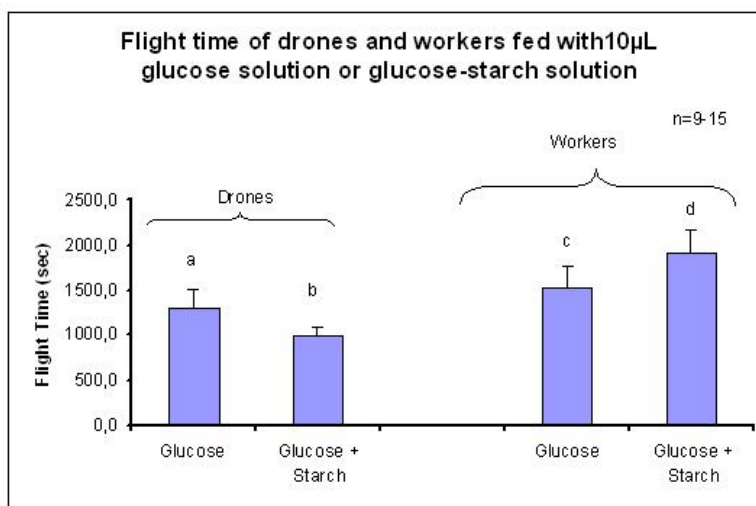


Figura 1 – Timpul total de zbor al trântorilor și lucrătoarelor, hrăniți fie cu 10 μ l soluție bimolară de glucoză, fie cu 10 μ l dintr-o soluție bimolară de glucoză plus amidon, ceea ce echivalează cu o soluție de glucoză 3-molară. Literele identice de deasupra coloanelor indică lipsa diferențelor statistice semnificative (ANOVA: $P < 0,05$).

Lucrătoarele hrănite cu aceeași cantitate de glucoză și amidon și-au prelungit timpul de zbor cu 24,2%, în comparație cu cele hrănite numai cu glucoză. Nu a fost constatată nici o diferență semnificativă a perioadei totale de zbor, când lucrătoarele au fost hrănite cu 10 μ l dintr-o soluție 3-molară de glucoză, sau cu 10 μ l dintr-o soluție conținând 2M glucoză și 1M de glucoză anhidră.

Distanța parcursă în zbor în carusel de lucrătoarele hrănite cu glucoză (10 μ l, 2M) a fost semnificativ mai scurtă decât cea parcursă de lucrătoarele hrănite cu glucoză plus amidon (10 μ l, glucoză 2M și 1M glucoză anhidră), care a fost de 1665,0 \pm 199,1 m (n=11) respectiv 2249,4 \pm 331,1 m (n=15) (testul U, $P < 0,001$). Aceleași regimuri de hrănire i-au făcut pe trântori să zboare cu glucoză o distanță de 1727,0 \pm 357,3 m (n=9), iar cu glucoză plus amidon, o distanță semnificativ mai scurtă de 1380,7 \pm 153,1 m (n=9) (testul U, $P < 0,05$). În timp ce lucrătoarele și trântorii, care au fost hrăniți cu o soluție de glucoză pură, au zburat distanțe aproape egale ($P = 0,70$), trântorii au zburat o distanță semnificativ mai scurtă când li s-a administrat, în plus, și amidon ($P < 0,001$).

Rezultatele noastre demonstrează că echipamentul enzimatic al lucrătoarelor le permite nu numai să valorifice zaharurile ci și amidonul pentru metabolismul intens de zbor, în timp ce acesta nu este cazul trântorilor, care au evidențiat o performanță de zbor chiar mai redusă după ingerarea de amidon.

Discuții

Amidonul nu constituie un element principal al hranei albinei melifere. El este prezent în cantități diferite în polen; pentru *Zea mays* de ex. este documentat un conținut relativ ridicat de amidon – 22,4% (STANLEY și LINSKENS, 1985). Se apreciază că o colonie de albine melifere consumă, în medie, 80 kg de miere și 20 kg de polen pe an (SEELEY, 1985). Presupunând că polenul conține în medie 10% amidon din greutatea uscată, rezultă o cantitate suplimentară de 2 kg de glucoză anhidră, care echivalează cu aproximativ 2,6 kg de miere. Aceasta este probabil, o supra-apreciere, deoarece presupune că tot amidonul prezent în polen este digerat și absorbit. Comparat cu cantitatea totală de hidrați de carbon (82,6 kg: miere plus amidon) echivalentul energetic al amidonului constituie doar o cantitate estimată de 3,1%. Pare relativ puțin și, probabil, va fi și mai puțin în lumina faptului că plantele entomofile produc mai puțin amidon decât cele aerofile (cf. STANLEY și LINSKENS, 1985). Așa încât putem specula că amilaza din lucrătoarele albinei melifere este nu numai importantă pentru sporirea rezervei energetice, ci și că joacă un rol în procesul general de digerare a polenului.

Totuși, lucrătoarele, spre deosebire de trântori, sunt capabile să utilizeze amidonul în metabolismul lor de zbor, fapt care le sporește eficiența energetică de zbor, în comparație cu cea a trântorilor. De asemenea rezultatele noastre arată că trântorii sunt special adaptați la hrana preprocesată pe care o iau din celulele fagurilor de miere, așa încât nu mai au nevoie să producă amilază pentru a putea digera amidonul. Acest lucru corespunde descoperirii că trântorii ingeră cantități foarte mici de polen, fapt reflectat și de prezența redusă a enzimelor proteolitice în intestinale lor (SZOLDERITS și CRAILSHEIM, 1993). Rămâne încă de cercetat dacă și mătcile, care aparțin castei femele reproductive, pot să utilizeze amidonul.

Performanța redusă de zbor a trântorilor din experimentul nostru se bazează pe absorbția de glucoză prin moleculele de amidon ingerat. În condiții naturale, înainte de zbor, trântorii se hrănesc cu miere din celule. Astfel, ei, ingeră și enzimele produse de lucrătoare. Acesta nu a fost cazul experimentului de față, în care trântorii au fost hrăniți cu o soluție pură de zahăr sau zahăr-amidon. Astfel, ar putea fi posibil ca, în condiții naturale, amidonul ingerat să fie utilizat de trântori prin intermediul enzimelor furnizate odată cu mierea sau cu hrana oferită de lucrătoare. Dar aceasta nu va face decât să sublinieze, încă o dată, funcția importantă ce revine lucrătoarelor în prelucrarea hranei și în sprijinirea genului masculin.

Rezultatele noastre oferă o dovadă suplimentară a diviziunii muncii foarte evoluată în coloniile de albine melifere, unde lucrătoarele nu numai că se ocupă de culegerea hranei, ci o și predigeră pentru ceilalți membri ai coloniei.

BIBLIOGRAFIE

- Gmeinbauer R., Crailsheim K. (1993), Glucose utilization during flight of honeybee (*Apis mellifera*) workers, drones and queens. *J Insect Physiol* 39: 959-967
- Crailsheim K. (1992), The flow of jelly within a honeybee colony. *J Comp Physiol B* 162: 681-689
- Crailsheim K., Schneider L.H.W., Hrassnigg N., Bühlmann G., Brosch U., Gmeinbauer R., Schöffmann B. (1992), Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): Dependence on individual age and function. *J Insect Physiol* 38: 409-419
- Halberstadt K. (1980), Elektrophoretische Untersuchungen zur Sektionstätigkeit der Hypopharynxdrüse der Honigbiene (*Apis mellifera* L.). *Insectes Sociaux* 27: 61-77
- Hrassnigg N., Crailsheim K. (1998a), The influence of brood on the pollen consumption of worker bees (*Apis mellifera* L.). *J Insect Physiol* 44: 393-404
- Hrassnigg N., Crailsheim K. (1998b), Adaptation of hypopharyngeal gland development to the brood status of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *J Insect Physiol* 44: 929-939
- Hrassnigg N., Crailsheim K. (1999), Metabolic rates and metabolic power of honeybees in tethered flight related to temperature and drag (*Hymenoptera: Apidae*). *Entomol Gener* 24: 23-30
- Kubo T., Sasaki M., Nakamura J., Sasagawa H., Ohashi K., Takeuchi H., Natori S. (1996), Change in the expression of hypopharyngeal-gland proteins of the worker honeybees (*Apis mellifera* L.) with age and/or role. *J Biochem* 119: 291-295
- Moritz B., Crailsheim K. (1987), Physiology of protein digestion in the midgut of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *J Insect Physiol* 33: 923-931
- Seeley T.D. (1985), Honeybee Ecology. Princeton University Press. Princeton, New Jersey pp202
- Simpson J., Riedel IBM, Wilding N. (1968), Invertase in the hypopharyngeal glands of the honeybee. *J Apic Res* 7: 29-36
- Snodgrass R. E. (1956), Anatomy of the honey bee. Cornell University Press, Ithaca, London
- Stanley R.G., Linskens H.F. (1985), Pollen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- Szolderits M.J., Crailsheim K. (1993), A comparison of pollen consumption and digestion in honeybee (*Apis mellifera carnica*) drones and workers. *J Insect Physiol* 39: 877-881