

Bin samlar energi

KVETOSLAV CERMAK

Visst är det så att bina samlar in och lagrar födoreserver t ex nektar och honungsdagg som de omvandlar till honung vilken de sedan förvarar i kakorna som energikälla för den tidsperiod när den kommer att behövas. Vi kan också titta på näringssöket eller draget på ett icke traditionellt sätt – ur energisynpunkt.

Hur effektivt är deras arbete och hur påverkas insamlingens effektivitet? Vilka insatser måste bina prestera vid insamlingen? Frågor som vi kanske ibland kan fundera över. Här kommer svaren på några.

Energi i form av kolhydrater från nektar eller honungsdagg lagras biet i honungsblåsan samtidigt som den förbrukar energi för sin flygverksamhet och även vid själva insamlandet. Uppfattningen om hur sådan verksamhet ser ut ur energisynpunkt kan vi se i bild 1. Den röda heldragna linjen visar mängden energi i födan som biet bär med sig. För att biet skall kunna flyga till dragplatsen förbrukas en viss mängd av energi (e_1) som de måste ta med sig från kupan. Den insamlade mängden energi motsvarar avståndet från punkt t_1 till t_2 där den heldragna linjen visar det rena energitillskottet e_N och den streckade linjen summan av den insamlade födan (e_L). Skillnaden är den energi som biet förlöpande förbrukar för födoinsamlingen (e_2). För att återvända tillbaka till kupan förbrukar biet ytterligare energi (e_3) som är större än mängden energi som förbrukas för samma flygstrecka till dragplatsen därför att biet återvänder tyngre på grund av den insamlade födan, $e_3 > e_1$.

Vad beror detta på och vilka värden har energin som förbrukas och insamlas under hela insamlingsprocessen? Energiförbrukningen kan härledas ur formeln utan last:

$$4,84 \times 10^{-4} \text{ W/mg (Seeley, 1986).}$$

Flygbiet utan last väger cirka 80 mg vilket betyder att den utför effekten $3,82 \times 10^{-2} \text{ W}$.

Enligt Schmid-Hempel et al (1985) måste man för varje 1 mg av

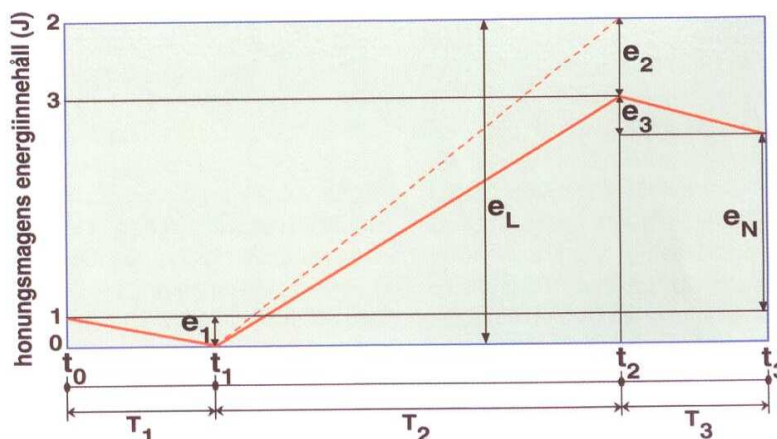


Bild.1 – Energibalansen vid insamlingen av nektar. Förklaringar:

e_1 – energiförbrukning vid flygning till dragplatsen, e_2 – energiförbrukning under nektarinsamlingen
 e_3 – energiförbrukning vid flygning tillbaka till kupan, $e_1 + e_2 + e_3 = e_S$ – den totala energiförbrukningen, e_L – energi insamlad av bina på dragplatsen (brutto), e_N – ren energivinst för hela operationen (netto), $= e_L - e_S$, t_0, t_1, t_2, t_3 – tidpunkter, T_1, T_2, T_3 – tidsperioder:

T_1 – tid för flygning från kupan till dragplatsen

T_2 – tid för insamling av nektar inklusive flygningar från blomman till blomman

T_3 – tid för flygning tillbaka till kupan

Heldragen röd linje – förloppet för honungsmagens energiinnehåll hos samlarbina

Streckad röd linje – förloppet av energiinsamlingen (brutto)

lasten lägga till 0,76 % av effekten.

Energiinnehållet i de olika sockerarterna är cirka 16,7 J/mg.

Biets flyghastighet är cirka 20 km/tim

Med dessa uppgifter som utgångspunkt kan man härleda hela energibalansen under insamlingssträckan. För ytterligare beräkningar behövs uppgifter som är svåra att mäta varför några antaganden behöver göras. Det handlar om tidsperioden för hela flyg- och insamlingsförloppet som kan variera mellan 30 till 60 minuter.

Biet förbrukar cirka 6 gånger så mycket energi för att flyga än för att gå motsvarande sträcka (Seeley, 1986) och för biets egen energibalans åtgår det därför en betydande andel av tiden

(T_2) till att förflytta sig mellan olika platser inom området. Denna andel uppskattas utifrån dragets karaktär – dragkällans riklighet (exempelvis olika dragplatser, blommornas nektarhalt och mängd) till cirka 50%. Även avståndet mellan kupan och dragplatsen uppskattas.

För beräkningar av energibalansen vid honungsinsamlingen användes egna data insamlade vid olika drag. På flustret infångades därför cirka 20 st återvändande bin utan pollenlast vilka dödades med cyanväte som har fördelen att biets muskulatur inte utsätts för kramper och därmed förhindras att kräkas ut maginnehållet. Genom att försiktigt klämma med fingrarna på bakkroppen pressas ho-

Tab. 1; Akacia, 10:20 tim., 12.6.1987, Kiarov (södra Slovakien) samhälle P5

Avstånd till dragplatsen = 500 m, tid för binas frånvaro från kupan = 30 minuter, Vikten på bin som lämnar kupan = 80 mg, andel tid för nektarinsamling i förhållande till tiden bina befinner sig på dragplatsen = 70%

bi nr.	c (%)	V (µl)	S (mg)	m ₂ (mg)	δ (mg)	e _L (J)	e _S (J)	e _N (J)	e _N /e _S
1	62,5	41,4	33,7	137,2	57,2	635,5	44,8	590,7	13,2
2	62,0	44,1	35,6	140,6	60,6	666,4	45,5	620,9	13,6
3	59,0	36,0	27,2	129,3	49,3	523,2	43,1	480,1	11,1
4	65,5	47,7	41,3	146,3	66,3	766,1	46,7	719,4	15,4
5	60,0	49,5	38,3	147,0	67,0	711,7	46,9	664,8	14,2
6	58,0	40,5	30,0	134,8	54,8	569,6	44,3	525,3	11,9
7	57,0	35,1	25,4	127,7	47,7	491,3	42,8	448,5	10,5
8	62,5	40,5	33,0	136,0	56,0	623,0	44,5	578,4	13,0
9	58,0	34,2	25,3	126,8	46,8	490,0	42,6	447,4	10,5
10	62,0	54,0	43,5	153,5	73,5	802,5	48,3	754,3	15,6
11	57,5	61,2	44,8	161,2	81,2	822,5	49,9	772,6	15,5
12	61,5	45,9	36,6	142,8	62,8	684,4	46,0	638,4	13,9
13	58,0	36,0	26,6	129,1	49,1	512,7	43,1	469,7	10,9
14	65,5	46,8	40,6	145,1	65,1	752,9	46,5	706,4	15,2
15	60,0	44,1	34,1	140,0	60,0	640,5	45,4	595,1	13,1
16	60,0	49,5	38,3	147,0	67,0	711,7	46,9	664,8	14,2
17	63,0	58,5	48,2	159,7	79,7	881,6	49,6	832,0	16,8
snitt	60,7	45,0	35,4	141,4	61,4	663,9	45,7	618,2	13,4

Tab. 2; Honungsdagg på gran, 10:40 tim., 6.7.1987, Zavazná Poruba, samhälle P3

Avstånd till dragplatsen = 2000 m, tid för binas frånvaro från kupan = 50 minuter Vikten på bin som lämnar kupan = 80 mg, andel tid för nektarinsamling i förhållande till tiden bina befinner sig på dragplatsen = 50%

bi nr.	c (%)	V (µl)	S (mg)	m ₂ (mg)	δ (mg)	e _L (J)	e _S (J)	e _N (J)	e _N /e _S
1	73,0	35,3	35,4	133,1	53,1	727,8	102,9	624,9	6,1
2	68,0	35,3	32,2	132,0	52,0	669,9	102,3	567,5	5,6
3	65,5	28,7	24,9	122,5	42,5	542,0	97,6	444,4	4,6
4	71,0	32,0	30,9	128,1	48,1	648,8	100,4	548,4	5,5
5	67,0	41,8	37,3	140,5	60,5	760,0	106,7	653,4	6,1
6	72,0	40,2	39,6	139,7	59,7	799,9	106,2	693,7	6,5
7	68,5	43,5	40,0	143,3	63,3	807,1	108,0	699,1	6,5
8	73,0	43,5	43,6	144,6	64,6	870,9	108,7	762,2	7,0
9	70,0	33,6	31,8	130,1	50,1	664,6	101,4	563,2	5,6
10	69,0	36,1	33,5	133,3	53,3	694,2	103,0	591,2	5,7
11	70,5	45,9	43,9	147,1	67,1	875,1	110,0	765,2	7,0
12	66,0	33,6	29,4	129,2	49,2	621,5	101,0	520,5	5,2
13	67,0	33,6	30,0	129,4	49,4	632,1	101,1	531,0	5,2
snitt	69,3	37,2	34,8	134,8	54,8	716,5	103,8	612,7	5,9

nungsmagens innehåll ut till mundelarna där det insamlas i på förhand kalibrerade kappilärrör. På det viset kan vätskans volym mätas. Därefter mäts sockerkoncentration med en refraktometer. Med dessa två värden kan man sedan beräkna andra data som t.ex. torrhalt (som nästan är lika med sockerinnehållet), lastens vikt, vikten av biet med lasten och den förbrukade och insamlade energin under biets flykt. Dessutom kan även varje individs **arbetseffektivitet vid nektarinsamlingen** beräknas – som är förhållandet mellan nettoenergi och energiförbrukning under flygningen (e_N/e_S). Resultatet från tre olika bisamhällen under tre olika drag visas i **tabellerna 1, 2 och 3**. I de fall där något bi har återvänt utan nektar eller med vatten i honungsmagen handlade det inte om nektarinsamlare bin och dessa har därför inte tagits med i be-

Tab. 3; Sötväppling, 10:20 hod., 30.6.1986, Liptovský Hradok, samhälle C1

Avstånd till dragplatsen = 400 m, tid för binas frånvaro från kupan = 25 minuter. Vikten på bin som lämnar kupan = 80 mg, andel tid för nektarinsamling i förhållande till tiden bina befinner sig på dragplatsen = 50%

bi nr.	c (%)	V (µl)	S (mg)	m ₂ (mg)	δ (mg)	e _L (J)	e _S (J)	e _N (J)	e _N /e _S
1	29,0	30,2	9,8	116,9	36,9	219,5	44,6	174,9	3,9
2	21,5	44,5	10,4	131,8	51,8	229,6	48,1	181,5	3,8
3	26,5	33,6	9,9	120,4	40,4	220,3	45,4	174,8	3,8
4	22,3	42,0	10,2	129,2	49,2	226,2	47,5	178,7	3,8
5	19,0	31,9	6,5	117,8	37,8	160,6	44,8	115,8	2,6
6	19,0	30,2	6,2	115,9	35,9	154,3	44,4	110,0	2,5
7	21,0	56,3	12,8	144,7	64,7	272,9	51,1	221,8	4,3
8	27,5	35,3	10,8	122,5	42,5	236,8	45,9	190,9	4,2
9	13,5	32,8	4,7	118,4	38,4	127,6	45,0	82,6	1,8
10	42,0	30,2	15,0	118,8	38,8	312,9	45,1	267,8	5,9
11	24,5	49,6	13,4	138,0	58,0	281,9	49,5	232,4	4,7
12	31,5	38,6	13,8	126,8	46,8	288,9	46,9	242,0	5,2
13	19,0	42,8	8,8	129,6	49,6	200,6	47,6	153,0	3,2
14	28,5	37,0	11,8	124,5	44,5	254,1	46,4	207,7	4,5
15	41,5	38,6	19,0	128,7	48,7	380,3	47,4	332,9	7,0
16	17,3	16,8	3,1	101,3	21,3	99,0	41,0	58,1	1,4
17	22,0	45,5	10,9	133,0	53,0	238,5	48,4	190,1	3,9
18	17,5	37,8	7,1	124,0	44,0	170,7	46,3	124,4	2,7
snitt	24,6	37,4	10,2	124,6	44,6	226,4	46,4	180,0	3,8

Förklaring för symboler i tabeller:

c – den hemburna nektarkoncentrationen, %
V – volymen av den hemburna nektarn, µl
S – nektarens torrhalt, mg
m₂ – binas vikt vid avslutandet av nektarinsamlingen innan flygningen hem, mg
δ – binas viktökning under nektarinsamlingen, mg
e_L – av bina insamlad energi, J
e_S – den totala energiförbrukningen för flygningen till dragplatsen, insamlingen av nektar och hemkomsten, J
e_N – ren energivinst (netto) för ett drag, J
e_N/e_S – förhållande mellan ren energivinst och energiförbrukningen – binas arbetseffektivitet

räkningarna. Fall som sällan inträffat då det handlade om mätningar under intensiv drag.

Bisamhälle nr. P5 har 1987 (**tab 1**) samlad högvärdig nektar från akacia. Genomsnittlig koncentration var då 60,7%. Även om samhället var placerat mitt i ett blommande akaciabestånd måste man anta att genomsnittligt flygavstånd var 500 m därför att det handlade om ett mycket stort bestånd. Med hänsyn till att det dagliga tillskottet av honung till kupan var höga inkluderades i beräkningen en ganska lång tidrymd som bina tillbringade för att suga i sig nektar (70%) och en kortare tidrymd för hela flygningen (30 min). Ur resultaten framgår att bina har burit med sig genomsnittlig last $\delta = 61,4 \text{ mg}$, dvs. biets totala vikt jämförd med vikten då det flög från kupan ökade med 77%. Vid så rikligt drag har varje bi burit in en stor mängd av energi som fanns i sockerarterna – i genomsnitt $e_L = 663,9 \text{ J}$ från vilket det i snitt förbrukades 45,7 J för hela sin flygning dvs nettotillskottet var i snitt $e_N = 618,2 \text{ J}$. Arbetseffektiviteten var mycket hög, för varje förbrukad energienhet har bina burit in 13,4 energienheter i kupan. Det behöver inte alltid vara så, vid andra tillfällen (vid en annan tid) har noterats att den nektar som bina tog med sig in i kupan bara hade en koncentration av 35% – och vid sådana tillfällen skulle den genomsnittliga effektiviteten (vid bibehållandet av andra faktorer) sjunka till värdet 7 energienheter.

Nästa mätning som redovisas är vid drag av helt annan karaktär – drag på honungsdagg från gran i norra Slovakien 3 veckor senare (**tab 2**). Samhälle nr P3 samlade honungsdagg som haft en ännu högre koncentration än vid föregående draget, den genomsnittliga koncentrationen var nu 69,3%, den genomsnittliga volymen var däremot mindre – 37,2 μl (hos akacian 45,0 μl). Bigården befann sig ca 1 km från skogskanten och därför antas denna flygsträcka uppgå till 2000 m. Förhållande för tiden för insamling gentemot den totala tiden bina tillbringade på dragplatsen har bestämts till 50% och tidsåtgången för hela arbetsmomenten till 50 min. Resultatet visar att bina har burit in

i kupan i snitt en last som vägde $\delta = 54,8 \text{ mg}$, dvs biets totala vikt ökade med 68%. Varje bi har insamlat mer ”sockerenergi“ än vid draget på akacian trots den mindre volymen de haft i honungsmagen, i snitt $e_L = 716,5 \text{ J}$. Insamlingen av honungsdaggen var dock mer energikrävande, i snitt – 103,8 J och den verkliga energivinsten var i snitt $e_N = 612,7 \text{ J}$. Tack vare den högre energiförbrukningen var arbetseffektiviteten lägre jämfört med draget på akacian – för varje förbrukad energienhet har bina burit in 5,9 energienheter i kupan.

Det man bör lägga märke till vid de båda dragen är jämnheten hos alla i tabellerna redovisade värden. Detta är avhängigt av att det i bägge fallen handlade om huvuddrag där nästan hela samhället deltog och därför blev både insamlad nektar och dess energivärde ganska lika.

Båda mätningarna var gjorda under rikliga drag dvs förhållandena var intressanta för bina. Frågan är – samlar bina även från mindre rikliga källor? Svaret kan vi få från en mätning gjord 1986, då det inte fanns något uttalat drag och bina samlade nektar bara under några få timmer under dagen. Vid närmare undersökning har det framkommit att bina drog nektar från ett mindre näraliggande (400 m) bestånd av sötväpplingen (*Melilotus alba*). Kupans viktökning var liten 0,1 – 0,2 kg per dag. Orsaken har man funnit genom att mäta volymen av nektar som fanns i honungsmagen hos bin som återvände till kupan. Se **tab 3**.

Bin från samhället C1 (**tab 3**) samlade på mycket tunn nektar – i snitt var andelen socker bara 24,6%. Biet nr. 4 har t.o.m. insamlat nektar med bara 12% igt sockerinnehåll. Nektarvolymen var nästan densamma som vid draget på honungsdagg (**i tab 2**) dvs 37,4 μl . Bina insamlade nektar i snitt $e_L = 226,4 \text{ J}$ dvs. betydligt mindre än vid de två föregående fallen. Ren energivinst var i snitt bara $e_N = 149 \text{ J}$. Eftersom insamling av nektar med så låg koncentration var energimässigt mindre ansträngande tack vare det korta avståndet från kupan ($e_S = 46,4 \text{ J}$), gick det fortfarande med vinst ($e_N = 180 \text{ J}$) – och därmed förblev effektivt. Det lönade sig i snitt

3,8 gånger.

Ur redovisade mätningar och beräkningar framgår att bina samlar nektar med mycket olika energivärden och med mycket olika effektivitet. Finns det inte en riklig födokälla kan bina utnyttja även en mindre fördelaktig källa under förutsättning att verksamheten inte går med förlust.

Artikeln visar bara några aspekter på binas insamlingsaktivitet. Mängden av insamlad nektar och den totala honungsproduktionen beror på en hel rad övriga faktorer, bisamhällets egenskaper och förmåga som man inte gick närmare in på i de redovisade fallen. För att få en helhetsbild kan man nämna de viktigaste: bistrykan, andel flygbin gentemot den totala bimängden i samhället, avståndet till dragväxten, längden av den tillgängliga arbetsdagen och antal insamlingsvarv bina presterar per dag, förbrukningen av föda som bestäms av mängden yngel samhället drar upp, livslängden osv. Dragbina samlar inte slumpvis in födan i omgivningen som exempelvis humlor gör. Honungsbiet utnyttjar den sociala strukturen i sina respektive bisamhällen när det gäller födoinsamlandet. Bina utnyttjar s k **informationscenterstrategi**. Strategin utgår ifrån att samhället får information från spanarbin om de olika födokällorna både nära kupan och längre bort från kupan, om deras nektarvärde respektive fördelaktighet samtidigt som de övriga bina – de som deltar i födoinsamlingen – utnyttjar informationerna och jämför med den dragkälla de för ögonblicket flyger på. Kommer de underfund med att det finns en rikligare källa i omgivningen kan de snabbt omorientera sig på denna. Kriterium för fördelaktighet är inte bara mängden av energi som finns att utvinna eller avståndet från kupan, utan det som är bestämmande är parametern för insamlingseffektivitet e_N/e_S vid beräkningarna. Det är bevisat att bina beter sig så att detta förhållande är så högt som möjligt (*Seeley, 1986*) dvs bina följer en modell som maximerar arbetseffektivitet. Det som är värt att förundra sig över är att bina inte behöver hjälp från några beräkningssentra som människor gör....

Översättning:

O.Vancata & I.Pettersson