

---

## INSECT AS FOOD IN CZECH REPUBLIC

Bednářová M.<sup>1</sup>, Borkovcová M.<sup>1</sup>, Zorníková G.<sup>2</sup>, Zeman L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Zoology, Fisheries, Hydrobiology and Apidology, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

<sup>2</sup>Department of Food Technology, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

<sup>3</sup>Department of Animal Nutrition and Forage Production, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xhonigov@node.mendelu.cz

---

### ABSTRACT

During the last decade interest in entomophagy had increased rapidly in developed countries all around the world, including Europe and Czech Republic. This caused growing need to find ways and possibilities, how to include insect to human consumption in the area of Czech Republic. Concerning this topic we dealt with four issues: Aspects of collecting freely living insect from nature for entomophagy purposes; acceptability of insect as food for Czech people; nutrition value of insect and possibilities of using insect as functional food; and legislative conditions for breeding and distribution of edible insect in the Czech Republic.

Up to now observations, interviews and analyses led into following conclusions: It is not possible to collect freely living insect under the conditions of Czech Republic. Environmental indexes, such as biodiversity index, tended to disvalue. Interview respondents are in general agreeable with the idea of eating insect, but they would prefer food, in which the insect is not visible. Insect has the potential to be used as functional food, while its nutritional value is highly affected by feeding ration. It is not possible to breed and sell insect as food or feedstock for food production, because of the lack of necessary laws. However, legislative frame is prepared in cooperation with EU.

Up to now results and public interest evoke the need to continue with analyses of insect nutritional value.

**Key words:** public interest, legislative frame, nutrition value

**Acknowledgments:** This study was supported by the Research Project IGA “The effect of livestock feed additives on their efficiency parameters and animal products quality” no. 8/2010.

## ÚVOD

V posledním desetiletí došlo ke zvýšení zájmu o entomofáгии ve vyspělých zemích, po celém světě, Evropu nevyjímaje (Ramos-Elorduy, 1997). Roste také zájem i v České Republice. Z tohoto zájmu vyplývá nutnost najít cestu a možnosti, jak zařadit hmyz do jídelníčku člověka v podmínkách České republiky. V rámci zkoumání možností konzumace hmyzu jsme se zaměřili na čtyři základní témata. První je otázka, zda lze hmyz pro účely entomofáגיע sbírat v České republice volně v přírodě, jako se to dělá například ve státech Střední a Jižní Ameriky či v Thajsku. Dále jsme se zabývali tím, nakolik je pro obyvatele České Republiky hmyz jako potravinu přijatelný. Dalším aspektem byla výživná hodnota hmyzu a možnost využití hmyzu jako funkční potraviny. V neposlední řadě je třeba vzít na vědomí fakt, že chov a kuchyňská úprava hmyzu v České Republice zatím nemá legislativní rámec.

## MATERIÁL A METODIKA

### SBĚR BEZOBRATLÝCH VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

Na dvou ekologických zahradách v odlišných klimatických podmínkách v okrese Brno-venkov a Šumperk byl v letech 2005-2008 chytán starou indiánskou metodou (DeFoliart, 1982) rovnokřídlý hmyz, a to vždy 1 x za 14 dnů v množství 150 ml. Zástupci řádu rovnokřídílí (Orthoptera) byli vybráni pro svou dostupnost prakticky po celou vegetační sezónu, jsou lehce odlovitelní a jsou to druhy vhodné pro entomofáגיע. Sběr byl prováděn od dubna do října. Rovnokřídílí zachycení v nádobách s vodou byli okamžitě vybírání do odměrného válce, především větší kusy. Ostatní rovnokřídílí a další bezobratlí byli bezprostředně po odběru potřebných jedinců vypuštěni zpět do trávy, aby nedošlo k jejich zbytečnému usmrcení. Chycení rovnokřídílí byli usmrceni v mrazicím boxu chladničky, determinace nalezených druhů do rodů byla následně provedena na Ústavu zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství. Pro potřeby této práce byly ze zjištěných výsledků spočítány následující základní ekologické indexy: Index dominance, index druhové diverzity, ekvitabilita a abundance.

Index dominance vyjadřuje zastoupení jednotlivých populací v celkovém počtu jedinců biocenózy. Index druhové diverzity – Shannon-Wienerův index, který zachycuje nejen počty druhů, ale zohledňuje i rozložení jedinců jednotlivých druhů. Čím je index vyšší, tím větší počet druhů s nižší početností se v biocenóze vyskytuje. Ekvitabilita čili vyrovnanost vyjadřuje míru rovnoměrného zastoupení jednotlivých druhů v biocenóze. Ekvitabilita dosahuje hodnot od 0 do 1. Čím více se blíží k jedné, tím je společenstvo početně vyrovnanější. Abundance neboli početnost je jednoduchou charakteristikou, představující celkový počet jedinců v populaci.

### DOTAZNÍKY

První dotazníky vznikly v roce 2003 a byly rozdávány účastníkům přednášek. Obsahovaly pouze základní otázky (Tab. 1).

Tab. 1: Otázky a jejich vyhodnocení v dotazníku z roku 2003

Ochutnali jste hmyz na přednášce?	Ano (94%)	Ne (6%)
Ochutnali jste hmyz již předtím (např. v zahraničí)?	Ano (24)	Ne (76%)
Chutnal Vám?	Ano (99%)	Ne (1%)
Dáváte přednost tomu, že hmyz není v potravině vidět?	Ano (63%)	Ne (37)

Vyhodnocení dotazníku potvrdilo zájem o jedlý hmyz v České republice, s ukazatelem, že pro zjištění skutečných potřeb a přání strávníků je třeba dotazník rozšířit. Proto byl sestaven dotazník číslo 2 (Tab. 2).

Tab. 2: Vzor v současnosti používaného dotazníku

1. Slyšeli jste už termín entomofágie?	ANO	NE
2. Ochutnal/a jste již hmyz? Je-li Vaše odpověď na tuto otázku „NE“, pokračujte, prosím, otázkou č.7	ANO	NE
3. Bylo to v:	ČR	zahraničí
4. Chutnal Vám hmyz?	ANO	NE
5. Vadilo Vám něco při konzumaci hmyzu? (Případně můžete uvést, co)	ANO	NE
6. Vzpomínáte si, o jaký druh hmyzu šlo? (Případně můžete uvést druh)	ANO	NE
7. Konzumaci hmyzu vnímáte spíše jako:	raritú	jednou běžnou součástí jídelníčku
8. Chcete v budoucnu jíst hmyz? Je-li Vaše odpověď na tuto otázku „NE“, pokračujte, prosím, otázkou č.13	ANO	NE
9. Preferujete potraviny, ve kterých hmyz není vidět?	ANO	NE
10. Které formě použití hmyzu byste dal/přednost?	a) nápoj b) extrakt c) pouze celý hmyz d) celý hmyz jako součást	
11. Zajímala by Vás literatura o této problematice?	ANO	NE

## ROZBORY

Pro možnost zařazení celého hmyzu, případně částí hmyzu, resp. extraktů z hmyzu do jídelníčku člověka je nutné znát přesné výživové hodnoty i obsahy dalších, potenciálně nebezpečných látek. Proto byly navrženy pokusy s různými typy krmných dávek u pěti druhů hmyzu nejčastěji chovaných v České republice. Jedná se o tyto druhy: Larvy potměnka moučného, larvy potměnka brazilského, cvrček stepní, šváb argentinský, saranče stěhovavá. Na základě výsledků předcházejících rozborů (Borkovcová a Bednářová, 2010) budou v dalších sledováních sestaveny krmné dávky s přidáním karotky,

pivovarských kvasnic, sušené syrovátky, případně potravin s vysokým obsahem omega 3 mastných kyselin (šalvěj španělská, len setý), plus kontrolní skupina. Kromě stanovení základních nutričních hodnot, bude cílem také zjistit, zda je možno tyto hodnoty ovlivnit přidáním určité látky či úplnou změnou krmiva. Po 14 dnech krmení danou potravinou bude provedena analýza nutričního složení.

## LEGISLATIVA

Vzhledem k tomu, že v České republice dosud neexistuje platná legislativa pro účely chovu a prodeje hmyzu jako potraviny pro člověka, obrátili jsme se na Ministerstvo zdravotnictví a orgány Státní hygienické správy s cílem vyvolat jednání o podmínkách a možnostech zavedení hmyzu jako potraviny, případně doplňku výživy.

## VÝSLEDKY A DISKUZE

### SBĚR BEZOBRATLÝCH VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

Celkem bylo na obou sledovaných lokalitách zachyceno 12 druhů zástupců řádu rovnokřídlí, z nichž všechny lze využít v entomofágii. Výskyt jednotlivých druhů kolísal podle sezóny a klimatických podmínek jednotlivých zahrad. Ze získaných hodnot byly spočítány ekologické indexy pro každou zahradu jednotlivě.

Zatímco ekvitabilita, index dominance a abundance nevykazovaly známky ovlivnění sběrem hmyzu, z hodnot indexu druhové diverzity vyplývá, že odběr za daných podmínek ovlivnil druhovou diverzitu rovnokřídlých na sledovaných lokalitách. Tyto výsledky jednoznačně směřují k doporučení nesbírat v České republice hmyz v přírodě, a to ani na soukromých pozemcích a biozahradách. Odběr hmyzu ze specializovaných kontrolovaných chovů se naopak jeví vhodnou metodou.

## DOTAZNÍKY

Dotazník je používán velmi krátkou dobu, v této práci jsou výsledky vyhodnocení odpovědí pouze od 169 respondentů.

Z dílčích výsledků dotazníkové akce vyplývá, že o hmyz je stále velký zájem. V podmínkách České republiky se zájem těch, kteří dosud hmyz nekonzumovali a neseťkali se s ním ani v cizině, orientuje spíše na použití extraktů nebo drceného hmyzu, tak aby na potravinech nebylo zřejmé, že hmyz obsahuje. Takto je pro většinu respondentů snáze přijatelný.

Práce podobného druhu jsou sporadické. Známé jsou například výsledky senzorických testů z Itálie, kde byly hodnoceny senzorické vlastnosti těsta na pizzu, do něhož byli přidáni podrcení mouční červi. Respondenti tohoto dotazníku jednoznačně kladně hodnotili chuťovou odlišnost těsta s přidanými červy.

Jako první byly provedeny rozborů základních nutričních hodnot u potměníka moučného, potměníka brazilského a cvrčka stepního krmných základní dietou – pšeničnými otrubami, jablky a čínským zelím ad libitum (Anonym, 1997 a 2001) (Tab. 3). Z rozborů vyplynula celkem vysoká kalorická hodnota sledovaných druhů hmyzu, daná především poměrně vysokým obsahem tuku.

Tab. 3: Základní nutriční hodnoty potměníka moučného a cvrčka stepního

	%sušiny	% tuku	BE MJ/kg	prům % NL
Potměník moučný	29,412	37,570	26,995	46,984
Cvrček stepní	33,898	34,550	24,614	59,162

Námi zjištěné hodnoty jsou srovnatelné s údaji uváděnými některými dalšími autory (Barker et al, 1998), o výsledků jiných autorů se naopak liší (Bukkens, 1997; Jones et al., 1972). Tyto odlišnosti mohou být způsobeny mnoha různými důvody, například prováděním rozborů v jiných fázích vývoje, výkrm prováděný v odlišných chovatelských podmínkách prostředí (teplota, vlhkost), ale především odlišným složením krmné dávky.

V dalších testech byla sledována odlišnost nutričních hodnot hmyzu při doplnění základní krmné dávky o další nutriční elementy – mrkev, sušená syrovátka a pivovarské kvasnice. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 4.

Tab. 4: Nutriční složení hmyzu při krmění upravenými krmnými dávkami

Číslo diety		sušina vzorku	%	% lab. sušiny			
				lab. suš.	popel	tuk	vláknina
1	normalní krmění (NK)	41,954	95,63	2,64	47,95	5,26	38,662
3	NK+karotka	38,664	96,16	2,74	44,98	5,11	40,714
2	NK+piv.kvasnice	37,157	93,94	2,65	46,85	5,22	39,613
4	NK+suš.syrovátka	40,969	95,29	2,72	47,16	5,62	39,799

Podobné výsledky zjistili i další autoři, totiž že výsledné složení hmyzu lze výrazně ovlivnit složením krmné dávky a ačkoli tyto práce byly prováděny u hmyzu s cílem zařadit ho jako funkční potravinu při výživě zájmových zvířat (DeFoliart, 1982; Martin et al., 1976; Borkovcová et al., 2005), je zřejmé, že stejných výsledků může být dosaženo při odchovu zvířat pro účely výživy člověka. Bylo by tak možné doplňovat běžně konzumované potraviny provitaminem A, železem, vitamíny skupiny B, nebo kalcie (Klasing, 2000).

Výsledky rozborů prováděných v letech 2003-2010 ukázaly však také na nebezpečí spojené s konzumací hmyzu krmného umělé dietou, a sice zvýšenou koncentrací těžkých kovů. Vzhledem

k tomu, že monodieta (základní krmná dávka) je tvořena otrubami, ve kterých je vyšší koncentrace těžkých kovů oproti mouce, hrozilo by potenciálně zvýšené nebezpečí vyššího příjmu těžkých kovů právě po konzumaci hmyzu. Dílčí výsledky rozborů dvou nejčastěji konzumovaných druhů hmyzu na těžké kovy jsou uvedeny v Tab. 5. Z tohoto pohledu se jeví spíše jako nutnost krmnou dávku vytvářet kombinací různých krmiv.

Tab. 5: Obsah těžkých kovů v sušině druhů *Gryllus assimilis* a *Tenebrio molitor*

druh	Sušina g/kg <sup>-1</sup>	Ve 100% sušiny					
		Popelovina g/kg <sup>-1</sup>	Těžké kovy (mean±S.D.) mg/kg <sup>-1</sup>				
			Pb	Cd	Mn	Zn	Cu
<i>Gryllus assimilis</i>	327.53	41.92	0.026	0.071	0.654	185.71	25.465
	-338.98	±1.06	±0.0119	±0.0225	±0.1008	±25.559	±1.2951
<i>Tenebrio molitor</i>	286.15	38.69	0.023	0.113	0.171	119.42	16.391
	-294.12	±0.77	±0.0078	±0.0451	±0.0597	±28.364	±1.3448

#### Obsah aminokyselin

Detailní rozborby bílkovinné složky ukázaly na poměrně vysoké zastoupení esenciálních aminokyselin. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 6. Částečně se tyto výsledky shodují s ostatními autory (Finke, 1984; Nakagaki et al., 1987), kteří rovněž poukazují na vysoký podíl esenciálních aminokyselin, i když obsahy jednotlivých aminokyselin se různí.

Tab. 6: Obsah jednotlivých druhů aminokyselin u druhů *Gryllus assimilis* a *Tenebrio molitor*

	Eenciální aminokyseliny												
	Cys	Met	ΣCys+ Met	Lys	Thr	Arg	Ile	Leu	Tyr	Phe	His	Val	Trp
G. assimilis	1,04	1,16	2,20	9,29	3,88	12,02	3,12	6,14	5,68	0,74	1,95	5,10	0,51
T. molitor	1,01	1,03	2,04	9,52	4,34	10,11	3,73	6,55	4,36	0,82	2,45	5,86	0,32

V průběhu rozborů na složení tuku prováděných v letech 2003-2010 byly zjištěny výrazné rozdíly v obsahu jednotlivých druhů mastných kyselin (Borkovcová et al., 2005). Zejména výrazně kolísá obsah esenciálních mastných kyselin (omega 3, 6, 9). Pro upřesnění příčiny tohoto kolísání je nutné provést ještě mnoho testů, než bude příčina odhalena. Případně stanoveno obsahové rozmezí. Ke stejným závěrům došli také autoři dalších prací, (Pennino et al., 1991) jejichž výsledky rovněž indikují výrazné kolísání v obsahu omega 3-9 mastných kyselin (Finke, 2002). Obsah mastných kyselin u dvou základních druhů hmyzu a dále obsah v kuklách, svlečkách, u zanedbaných moučných červů a v jejich trusu je uveden v Tab. 7.

Tab. 7: Obsah mastných kyselin

ozn.vz.	cvrček	moučný č.	kukly	svleč.	zanedb.	trus
<b>MK</b>						
<b>C8:0</b>	0,000	0,000	0,000	0,616	0,611	0,000
<b>C10:0</b>	0,000	0,000	0,000	0,160	0,147	0,000
<b>C12:0</b>	0,070	0,211	0,141	0,063	0,058	0,057
<b>C14:0</b>	0,721	3,392	2,057	0,890	0,970	0,324
<b>C16:0</b>	26,095	14,515	20,305	29,615	29,277	17,780
<b>C16:1</b>	2,080	2,950	2,515	3,337	3,463	0,239
<b>C18:0</b>	7,640	3,128	5,384	5,031	4,842	2,855
<b>C18:1</b>	27,341	48,254	37,798	42,156	41,997	20,477
<b>C18:2n6</b>	33,701	26,323	30,012	17,226	17,846	52,890
<b>C18:3n6</b>	0,034	0,063	0,049	0,084	0,097	0,121
<b>C18:3n3</b>	1,234	0,843	1,039	0,544	0,451	3,917
<b>C20:0</b>	0,320	0,144	0,232	0,178	0,161	0,574
<b>C20:1</b>	0,107	0,089	0,098	0,094	0,072	0,764
<b>C20:4n6</b>	0,154	0,037	0,096	0,000	0,000	0,000
<b>C20:5n3</b>	0,186	0,027	0,107	0,000	0,000	0,000
<b>C22:4n6</b>	0,053	0,027	0,040	0,000	0,000	0,000
<b>C22:6n3</b>	0,266	0,000	0,133	0,000	0,000	0,000

## LEGISLATIVA

V roce 2008 jsme vstoupili v jednání s Ministerstvem zdravotnictví ČR s cílem zjistit stanovisko ministerstva k problematice jedlého hmyzu v České republice. Bylo konstatováno, že zájem o hmyz jako potraviny v našem státě roste, je však třeba vytvořit legislativní rámec pro jeho chov a využití. Souběžně byl v této věci zahájen blok přednášek pro pracovníky krajských hygienických stanic a jednání v EU prostřednictvím zástupce České republiky z komise pro potraviny nového typu.

Na základě tohoto jednání jsme obdrželi Stanovisko Ministerstva zdravotnictví v záležitosti entomofágie, jehož hlavní body zde uvádíme ve zkráceném znění:

### **Stanovisko PS PNT k případu „Hmyz jako potravina“**

Na prvních jednáních souvisejících s touto problematikou bylo konstatováno, že problematika „hmyzu jako potraviny“ by mohla spadat do účinnosti Nařízení EP a R č. 258/97 k potravinám nového typu a uvedená problematika bude konzultována v rámci pracovní skupiny pro PNT (CAFAB) při DG SANCO (EK).

Byly provedeny následující kroky:

1. PS PNT provedla inventuru případů, které byly řešeny na zasedáních CAFAB a v rámci dotazů členských států (ČS) a které se týkaly možného použití „hmyzu jako potraviny“.
2. Ing. Borkovcová připravila seznam druhů hmyzu, které je možno použít k uvedenému účelu
3. Dne 14. 12. 2009 a opakovaně 15. 2. 2010 byly zaslány PS PNT e-maily do CAFAB a jednotlivých ČS s dotazem na statut a historii užití „hmyzu jako potraviny“

Ze zaslanych stanovisek ČS vyplynulo:

problematika „hmyzu jako potraviny“ by spadala pod legislativu v oblasti potravin nového typu a pod nově revidované Nařízení, které je v současné době v legislativním procesu schvalování.

celý hmyz (whole insect) nespadá pod platné Nařízení EP a R č. 258/97.

Některé druhy hmyzu mají v EU historii užití před 15. 5. 1997 (např. sarančata, cvrčci, moučňáček červi)

Problematika použití hmyzu jako potraviny není ve „veterinární“ legislativě ošetřena (způsob získávání hmyzu, způsob chovu vývojových stádií hmyzu, druh použitého krmiva a hodnocení zdravotní nezávadnosti hmyzu před použitím jako potraviny či ve stravovacích službách)

Ministerstvo zdravotnictví nemá v úmyslu bránit konzumaci hmyzu, přestože není platná legislativa. Proto bylo s pracovníky Hygienické služby dohodnuto, že hmyz bude mít do vytvoření nové legislativy EU postavení podobné jako tatarský biftek – v restauraci je konzumován na vlastní nebezpečí.

## **ZÁVĚR**

Výzkum potvrdil, že sběr hmyzu ve volné přírodě způsobem námi zvoleným vede k poklesu biodiverzity. Z toho vyplývá, že sběr ve volné přírodě nebude v podmínkách České republiky možný. Je třeba získávat hmyz z velkochovů.

Dotazníky potvrdily stálý a rostoucí zájem veřejnosti o entomofáгии, a to jak v řadách laiků, tak i odborníků. Obecně lidé upřednostňují pokrmy, v nichž hmyz není vidět. Mnozí by uvítali potraviny doplněné o extrakty z hmyzu.

Výsledky rozborů ukazují, že výživná hodnota hmyzu je vysoká a lze ji ovlivnit krmivem. Je tedy teoreticky možné chovat hmyz jako funkční potravinu.



Zájem veřejnosti si vynutil zájem dotčených institucí. V současné době probíhá úprava legislativy Evropské unie, která umožní legální chov hmyzu pro účely zpracování jako potravin pro člověka, případně pro výrobu extraktů z hmyzu.

Z dosavadních výzkumů týkajících se jak nutričního složení, tak zájmu veřejnosti i legislativy, je zřejmé, že se hmyz jeví jako perspektivní komodita a dieteticky vhodný doplněk stravy. K upřesnění těchto závěrů je třeba provádět další sledování.

## LITERATURA

- Anonym, 1997: Vyhláška 293/1997 Sb. MZd. o způsobu výpočtu a uvádění výživné (nutriční) hodnoty potravin a označení údaje o možném nepříznivém ovlivnění zdraví.
- Anonym, 2001. Postupy laboratorního zkoušení krmiv, doplňkových látek a premixů II. ÚKZÚZ Brno, 233 s.
- Barker, D., Fitzpatrick, M.P., Dierenfeld, E.S., 1998: Nutrient composition of selected whole invertebrates. *Zoo Biology*, 17 (2): 123-134
- Borkovcová, M, Hönigová, M., Kráčmar, S., 2005: Insect as a part of pets and farm animals diet. In VI. Kábrtovy dietetické dny. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2005, s. 101-104. ISBN: 80-7305-521-X.
- Borkovcová, M, Bednářová, M., 2010: Historie a současnost entomofágie. *Výživa a potravin*, 65: 67-69
- Bukkens, S.G.F., 1997: The nutritional value of edible insects. *Ecology of food and nutrition* 36 (2-4): 287-319
- DeFoliart, G.R., Finke, M.D., Sunde, M.L., 1982: Potential value of the Mormon cricket (Orthoptera: Tettigoniidae) harvested as a high protein feed for poultry. *J. Econ Entomol.*, 75: 848-852
- Finke, M.D., Sunde, M.L., DeFoliart, G., 1984: An evaluation of the protein quality of Mormon crickets (*Anabrus simplex* Haldeman) when used as a high protein feedstuff for poultry. *Poult Sci.*, 64:708-712
- Finke, M.D., 2002: Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21 (3): 269-285
- Jones, L.D., Cooper, W., Harding, R.S., 1972: Composition of mealworm *Tenebrio molitor* larva. *J. Zoo Anim Med.*, 3:34-41.
- Klasing, K.C., Thacker, P., Lopez, M.A., Calvert, C.C. 2000: Increasing the calcium content of mealworms (*Tenebrio molitor*) to improve their nutritional value for bone mineralization of growing chicks *J Zoo Wildl Med.*, 31: 512-517
- Martin, R.D., Rivers, J.P.W., Cowgill, U.M., 1976: Culturing mealworms as food for animals in captivity. *Int Zoo Yearb.*, 16:63-70
- Nakagaki, B.J., Sunde, M.L., DeFoliart, G., 1987: Protein quality of the house cricket *Acheta domestica*, when fed to broiler chicks. *Poult. Sci.*, 66:1367-1371
- Pennino, M., Dierenfeld, E.S. Behler, J.I., 1991: Retinol, alfa-tocopherol and proximate nutrient composition of invertebrates used as feed. *Int Zoo Yearb.*, 30:143-149
- Ramos-Elorduy, J., 1997: Insects: A sustainable source of food? *Ecology of food and nutrition*, 36 (2-4): 247-276