

# Nutritionella och miljömässiga aspekter av ätbara insekter som nya livsmedel för Sverige

En litteraturöversikt



---

Denna titel kan laddas ner från: [Livsmedelsverkets sida för att beställa eller ladda ner material](#).

Citera gärna Livsmedelsverkets texter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd att använda dem.

© Livsmedelsverket, 2021.

Författare:

Bettina Julin och Emma Patterson.

Rekommenderad citering:

Livsmedelsverket. Julin, B och Patterson, E. 2021. Nutritionella och miljömässiga aspekter av ätbara insekter som nya livsmedel för Sverige. Livsmedelsverkets PM. Uppsala.

ISSN 1104-7089

Omslag: Livsmedelsverket

# Förord

Det här PM:et är en sammanställning av nutritionella och miljömässiga aspekter av ätbara insekter som kan bli aktuella på den svenska marknaden. Syftet var att sammanställa litteraturen med fokus på de insektsarter som i det närmaste förväntas bli godkända av EU-kommissionen som så kallade nya livsmedel. Rapporten har tagits fram på beställning av avdelningen för Företags- och myndighetsstöd. Innehållet är tänkt att användas som stöd inför utformningen av frågor och svar om nyttan med insekter till Livsmedelsverkets upplysningstjänst eller information till konsumenter, media och företag i form av webbtexter.

Ansvariga för innehåll är Bettina Julin och Emma Patterson, Risk- och nyttovärderingsavdelningen. Rapporten har faktagranskats av Eva Warensjö Lemming vid Risk- och nyttovärderingsavdelningen samt Anna-Karin Johansson vid Avdelningen för hållbara matvanor.

Livsmedelsverket

Per Bergman

Avdelningschef, Risk- och nyttovärderingsavdelningen

Juni 2021



# Innehåll

Förord.....	3
Tabellförteckning.....	6
Sammanfattning.....	7
Bakgrund .....	8
Övergripande frågeställningar .....	9
Metod.....	10
Näringsprofil för ätbara insekter.....	11
Innehåller många näringsämnen men variationen är stor och osäkerheterna flera .....	11
Protein.....	11
Proteininnehåll .....	11
Proteinkvalitet .....	12
Fett .....	13
Fibrer .....	14
Protein, fett och fibrer – insekter i jämförelse med andra livsmedel .....	14
Vitaminer och mineraler .....	15
Vitaminer och mineraler – insekter i jämförelse med andra livsmedel.....	18
Relevans av insekters näringsprofil för den svenska befolkningen.....	20
Framtida behov och kunskapsluckor.....	20
Miljöaspekter .....	22
Insekter jämfört med andra djur och andra köttalternativ.....	22
Potentiella utmaningar och miljörisker med insekter som livsmedel.....	24
Framtida behov och kunskapsluckor.....	25
Slutsatser.....	26
Referenser .....	27

## Tabellförteckning

Tabell 1. Innehåll (medelvärden) av protein, fett, fibrer och energi i de insektsordningar som står närmast att godkännas för försäljning på den europeiska marknaden. ....	12
Tabell 2. Andelen omega-6- och omega-3-fettsyror av totalt fettinnehåll hos olika insekter och jämförelselivsmedel. ....	14
Tabell 3. Innehåll av protein, fett, fibrer och energi i olika jämförelselivsmedel (torrvikt). ....	15
Tabell 4. Innehåll av vitaminer hos <i>Acheta domesticus</i> och <i>Tenebrio molitor</i> per 100 gram torrvikt samt rekommenderat intag per dag av respektive vitamin för vuxna baserat på nordiska näringsrekommendationer. ....	16
Tabell 5. Innehåll av mineraler hos <i>Acheta domesticus</i> och <i>Tenebrio molitor</i> per 100 gram torrvikt samt rekommenderat intag av respektive mineral för vuxna baserat på nordiska näringsrekommendationer. ....	17
Tabell 6. Innehåll av vitaminer i olika jämförelselivsmedel per 100 gram torrvikt. ....	18
Tabell 7. Innehåll av mineraler i olika jämförelselivsmedel per 100 gram torrvikt. ....	19

# Sammanfattning

Den här rapporten är en sammanställning om nutritionella och miljömässiga aspekter av ätbara insekter, med fokus på de som först kan bli aktuella för den europeiska, och därmed även den svenska, marknaden. Arbetet tog avstamp i några centrala publikationer på området utan intention att vara en heltäckande genomgång av all publicerad litteratur. I de fall det inte fanns data för specifika arter, beskrivs istället näringsprofilerna utifrån insektens ordning. Näringsprofilerna för ätbara insekter jämfördes med näringsprofilerna för andra proteinkällor hämtade från Livsmedelsverkets databas över näringsinnehåll.

Här redovisas svaren på de specifika frågorna som ställdes:

- **Näringsprofil av olika ätbara insektsarter**

Näringsmässigt innehåller insekter proteiner, fetter, vitaminer och mineraler. Insekter innehåller också fibrer, främst i form av kitin. Näringsinnehållet i insekter kan variera stort beroende på vilken ordning insekten tillhör och till och med inom samma art. Insektens utvecklingsstadium och uppfödningssvårigheter såsom foder, värme, vatten och plats spelar också roll för näringsammansättningen, liksom beredning innan analys och analysmetod. Sammanfattningsvis kan ätbara insekter vara goda källor till energi, protein och fett. De kan vara rika på vitaminer och mineraler, men olika arter bidrar med olika mikronäringsämnen. Förädlad insektsprotein i form av pulver kan ha högre digerbarhet, det vill säga att aminosyror är mer tillgängliga för kroppen efter matsmältning och absorption, och därmed ett mer fördelaktigt näringsvärde än protein från insekter med hög andel kitin.

- **Jämförelse med andra livsmedel (andra animalier, baljväxter, bröd, spannmål)**

Proteininnehållet i ätbara insekter överensstämmer i stort med proteininnehållet i andra animalier. Även fetthinnehållet motsvarar överlag fetthinnehållet hos andra animalier bortsett från mager fisk som innehåller mindre fett. Fettkvaliteten i ätbara insekter kan vara mer fördelaktig jämfört med rött kött och kyckling. Innehållet av fibrer i ätbara insekter varierar, men motsvarar grovt sett innehållet i bröd och spannmål. *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor* kan innehålla mer folat och C-vitamin jämfört med andra animaliska livsmedel och liknande mängder järn per 100 g. På grund av den stora variationen i vitamin- och mineralinnehåll, både mellan olika insektsarter, men även inom samma art, är det dock svårt att dra några definitiva slutsatser baserat på de data som användes i den här sammanställningen.

- **Potentiella utmaningar och möjligheter med insekter som livsmedel ur miljöperspektiv**

Det finns i teorin många fördelar med att äta insekter framför andra djur i och med att de kräver mindre resurser för att producera motsvarande mängd kött. I praktiken är det dock svårare att mäta dessa skillnader i miljöpåverkan. Storskalig uppfödning av insekter som livsmedel är i sin linda och många frågor kvarstår, inte bara hur näringsinnehållet påverkas av industrialisering av insektsproduktionen utan även hur faktisk resursanvändning blir vid en sådan uppskalning. Dessutom medför uppfödning av insekter risker för miljön, framförallt lokala ekosystem. Även här är kunskapsluckan stor.

# Bakgrund

Insekter har inte ätits traditionellt inom EU och klassas därför som så kallade nya livsmedel. Nya livsmedel definieras som livsmedel som vi inom EU inte har ätit i någon större utsträckning före 15 maj 1997 (EU-förordning 2015/2283). Det betyder att alla insektsarter för livsmedelsändamål måste riskvärderas av den europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (Efsa) och godkännas av EU-kommissionen innan de får säljas som livsmedel. Den första insektsarten (*Tenebrio molitor*, mjölmask) blev värderad som säker av Efsa i januari 2021 (EFSA Panel on Nutrition et al., 2021) och godkänd för försäljning inom EU i maj 2021. Livsmedelsverket förväntar sig att ytterligare ett par insektsarter kommer att bli utredda av Efsa under 2021, bland annat *Acheta domesticus*, *Alphitobius diaperinus* och *Locusta migratoria*. I takt med ett ökande intresse för insekter som livsmedel, i synnerhet när de visats säkra, är det troligt att allmänheten, media och företag efterfrågar information om nytto- och miljöaspekter av insekter som livsmedel.

Insekter äts i många andra delar av världen och har under lång tid ingått i människors kost i dessa områden (Van Huis et al., 2013). De äts oftast hela efter att ha fångats vilt. Industrialiseringen av insektsuppfödning och bearbetning till livsmedel är däremot en relativt ny företeelse och jämfört med andra animaliska livsmedel, så som nöt, gris eller fjäderfä vet vi väldigt lite om insekter som livsmedel och deras näringsprofiler.

I och med ett växande intresse för hur vi kan ställa om till en mer hållbar livsmedelsproduktion och -konsumtion har även intresset för så kallade ”alternativa proteinkällor” ökat. Växtbaserade alternativ (som baljväxter eller soja- och mykoproteinbaserade produkter) är idag relativt väletablerade i Sverige, medan andra livsmedel som är potentiellt intressanta ännu inte är godkända i EU och därför inte finns på marknaden. Ätbara insekter räknas som en alternativ proteinkälla på grund av dess förmodade lägre klimatpåverkan jämfört med andra animaliska livsmedel. Men även här vet vi relativt lite om den samlade miljöpåverkan eller vilka risker en industrialiserad insektuppfödning kan föra med sig.

Insektsuppfödning i större skala utvecklas för närvarande i många länder. Hur acceptansen för insekter som livsmedel kommer att utvecklas bland konsumenterna i länder där insekter inte är en traditionell del av kosten är ännu inte känt, även om forskning pågår i området. I länder som Sverige är det möjligt att merparten av eventuell insektskonsumtion kommer att bestå av insekter i malen form som en ingrediens.



# Övergripande frågeställningar

Vilka slutsatser kan dras från den vetenskapliga litteraturen med avseende på:

1. Näringsprofil för olika typer av insekter och jämförelse med andra proteinkällor.
2. Potentiella utmaningar och möjligheter med insekter som livsmedel ur miljöperspektiv.

För att besvara frågorna ovan besvaras följande specifika frågeställningar:

1. Beskriv näringsprofilen för:
  - a. *Alphitobius diaperinus larvae*, buffalolarv
  - b. *Tenebrio molitor larvae*, mjölmask
  - c. *Acheta domesticus*, hussyrsa
  - d. *Locusta migratoria*, europeisk vandringsgräshoppamed avseende på protein, fettsyror, vitaminer och mineraler och fibrer.
2. Jämför näringsprofilerna för respektive insektsart med profilerna för:
  - a. Baljväxter.
  - b. Bröd och andra spannmål.
  - c. Rött kött, kyckling, fet/mager fisk.
3. Gå igenom och diskutera potentiella utmaningar och möjligheter med insekter som livsmedel ur miljöperspektiv (bland annat biologisk mångfald, resursanvändning) med avseende på inhemsk produktion av insekter, import av insekter och klimatförändringar. Framtida behov och kunskapsluckor belyses ur miljöperspektiv.

# Metod

För att besvara frågeställningarna sammanfattades litteraturen med utgångspunkt i några utvalda centrala och/eller aktuella publikationer. Sammanställningen av Rumpold och Schlüter (2013) som omnämns i en tongivande rapport om ätbara insekter utgiven av FAO 2013 (Van Huis et al., 2013) har använts som utgångspunkt för frågorna som gäller näringsprofil av insekter i föreliggande PM. Utifrån den har andra närliggande publikationer hittats. Ytterligare referenser har identifierats genom referenslistorna av dessa publikationer alternativt genom identifikation av liknande artiklar i databasen PubMed. Det är alltså inte en systematisk genomgång av all publicerad litteratur på området.

Gällande näringsprofil fokuserar översikten på de arter som kommit längst bland ansökningarna av nya livsmedel till EU-kommissionen, det vill säga *Tenebrio molitor larvae*, mjölmask, *Acheta domestica*, hussyrsa, *Alphitobius diaperinus larvae*, buffalolarv samt *Locusta migratoria*, europeisk vandringsgräshoppa. Livsmedelsverket ansvarar för Sveriges livsmedelsdatabas, men som nya livsmedel ingår ännu inte insekter. Därför har värden för näringsinnehåll hämtats från vetenskapliga artiklar som redovisar näringsinnehåll i specifika insektsarter eller sammanställer kunskapsläget.

Näringsprofilen för ätbara insekter jämfördes med rött kött, kyckling och fisk samt bröd och spannmål som är de vegetabiliska huvudsakliga proteinkällorna enligt matvaneundersökningen Riksmaten vuxna (Livsmedelsverket, 2012). Även baljväxter som är ett väletablerat alternativ till kött användes som jämförelse. Näringsammansättningen i jämförelselivsmedlen togs fram baserat på Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas (version 2020-01-16). I den genomgångna litteraturen redovisas näringsämnen, vitaminer och mineraler för ätbara insekter baserat på torkad råvara. För att kunna jämföra ätbara insekter med jämförelselivsmedlen räknades därför näringsinnehållet i dessa om till torrsvikt.

Den här rapporten tar inte upp risker med konsumtion av insekter eftersom Efsa genom granskningen av ansökningar för godkännande av nya insektsarter gör noggranna utvärderingar av risker, inklusive allergirelaterade risker.

Gällande miljöaspekter fokuserar översikten på insekter som livsmedel generellt och har främst utgått från artiklar som sammanställer kunskapsläget. Utgångsartikel har varit rapporten utgiven av FAO och senare sammanställningar av kunskapsläget.

# Näringsprofil för ätbara insekter

Innehåller många näringsämnen men variationen är stor och osäkerheterna flera

Näringsmässigt innehåller insekter proteiner, fetter, vitaminer och mineraler. Insekter innehåller också fibrer, främst i form av kitin (EFSA Panel on Nutrition, 2021). Näringsinnehållet i insekter kan variera stort beroende på vilken ordning insekten tillhör och till och med inom samma art, insektens utvecklingsstadium och uppfödningsskador såsom foder, värme, vatten och plats (Raheem et al., 2019, Rumpold and Schluter, 2013). Som för de flesta andra livsmedel påverkar även tillagningsmetod näringsammansättningen (FAO, 2013). Kokning minskar till exempel biotillgängligheten av både zink och järn i gräshoppor och skalbaggar (Raheem et al., 2019). Även beredning innan analys (till exempel om oätliga delar tagits bort), liksom vilken analysmetod man använt kan spela roll för vilket resultat man får (Churchward-Venne et al., 2017). Därför är rapporterade värden svåra att jämföra mellan olika studier. Värden i denna sammanställning ska därför betraktas som en indikation snarare än exakta värden.

## Protein

Proteiner byggs upp av långa aminosyrakedjor. Aminosyror sitter ihop med peptidbindningar som innehåller kväve. Det mesta av kvävet i livsmedel kommer från protein, därför används mängden kväve för att uppskatta mängden protein genom att multiplicera den med en beräkningsfaktor, vanligtvis 6,25. En del aminosyror (isoleucin, leucin, lysin, metionin, fenylalanin, treonin, tryptofan, valin och histidin) klassas som essentiella eftersom de inte kan bildas i människokroppen. Dessa aminosyror behöver vi istället få i oss via maten. Proteiner som saknar eller har ett lågt innehåll av en eller flera av de essentiella aminosyrorerna kan sägas ha en lägre näringsmässig kvalitet än proteiner som innehåller alla de essentiella aminosyrorerna. Men med en varierad kost med olika proteinkällor kan man ändå få i sig tillräckligt av alla essentiella aminosyror, även med proteiner av lägre näringsmässig kvalitet. Det råder ingen generell brist på intaget av protein i Sverige (Livsmedelsverket, 2012).

## Proteininnehåll

Proteininnehållet hos ätbara insekter är generellt högt och varierar mellan 40-70 % för de insektsordningar (Coleoptera och Orthoptera) som i dagsläget ligger närmast att godkännas för mänsklig konsumtion inom EU (tabell 1). Vilket foder som insekterna fötts upp på kan ha stor betydelse för proteininnehållet (Raheem et al., 2019). Till exempel hade samma insektsart som fått foder baserat på kli dubbelt så högt proteininnehåll jämfört med samma art som fötts upp på majs (Churchward-Venne et al., 2017). I generella termer kan man säga att vuxna insekter och insekter där vingar och ben avlägsnats har ett högre proteininnehåll än nymfer respektive insekter med vingar och ben kvar (Churchward-Venne et al., 2017). Insekter som fötts upp kommersiellt uppvisar sannolikt mindre variation i proteininnehåll jämfört med vilda insekter på grund av mer standardiserad föda och uppväxtmiljö. De verkliga proteinmängderna kan dock vara överskattade eftersom insekters yttre

skelett, det så kallade exoskelettet, består av kitin, en kväveinnehållande polysackarid (EFSA Panel on Nutrition, 2021). Det innebär att kitinet bidrar till kväveinnehållet utan att innehålla protein.

Tabell 1 visar variationen av protein-, fett-, fiber och energiinnehåll hos de två insektsordningar som ligger närmast ett godkännande som nytt livsmedel inom EU. Data för enskilda arter kommer från kommersiellt uppfödda insekter.

Tabell 1. Innehåll (medelvärden) av protein, fett, fibrer och energi i de insektsordningar som står närmast att godkännas för försäljning på den europeiska marknaden.

	Protein (%)	Fett (%)	Fibrer (%)	Energi (kCal/100 g)	Referens
<b>Ordning Coleoptera (vuxna skalbaggar, larver, t.ex. <i>Tenebrio molitor</i>)<sup>a</sup></b>	41	33	11	490	(Rumpold and Schluter, 2013)
<i>Tenebrio molitor</i> larv <sup>b</sup>	47-49	35-43	5-15	540-577	(Rumpold and Schluter, 2013)
<i>Tenebrio molitor</i> larv <sup>c</sup>	58	27	6	496	(EFSA Panel on Nutrition, 2021)
<i>Tenebrio molitor</i> larv <sup>d</sup>	52	25	2	444	(Zielińska Ewelina et al., 2015)
<i>Tenebrio molitor</i> larv <sup>e</sup>	58	-	-	-	(Churchward-Venne et al., 2017)
<i>Tenebrio molitor</i> puppa <sup>b</sup>	53	37	5	550	(Rumpold and Schluter, 2013)
<i>Tenebrio molitor</i> vuxen <sup>b</sup>	65	15	20	380	(Rumpold and Schluter, 2013)
<i>Alphitobius diaperinus</i> larv <sup>e</sup>	70	-	-	-	(Churchward-Venne et al., 2017)
<b>Ordning Orthoptera (syrsor, gräshoppor, t.ex. <i>Acheta domesticus</i>)<sup>a</sup></b>	61	13	10	426	(Rumpold and Schluter, 2013)
<i>Acheta domesticus</i> nymf <sup>b</sup>	67-70	14-18	15-16	415	(Rumpold and Schluter, 2013)
<i>Acheta domesticus</i> vuxen <sup>b</sup>	64-67	19-23	16-22	455	(Rumpold and Schluter, 2013)
<i>Acheta domesticus</i> vuxen <sup>f</sup>	42-46	24-29	3-6	486-524	(Montowska et al., 2019)
<i>Acheta domesticus</i> vuxen <sup>e</sup>	58-65	-	-	-	(Churchward-Venne et al., 2017)
<i>Locusta migratoria</i> vuxen <sup>e</sup>	69	-	-	-	(Churchward-Venne et al., 2017)

<sup>a</sup>Vildfångade och uppfödda insekter.

<sup>b</sup>Uppfödda insekter från USA respektive Mexiko.

<sup>c</sup>Uppfödda insekter från Frankrike.

<sup>d</sup>Uppfödda insekter från Polen.

<sup>e</sup>Proteinpulver eller insektsmjöl från uppfödda insekter från Kanada, Thailand respektive Nederländerna.

<sup>f</sup>Hussyrna från tre olika märken tillgängliga på den europeiska marknaden. Syrsorna var uppfödda i Thailand respektive Kanada.

## Proteinkvalitet

Utöver proteininnehållet är det viktigt att beakta proteinkvalitet. Det finns olika metoder för att utvärdera proteinkvalitet. Den metod som idag rekommenderas av Världshälsoorganisationen (WHO) kallas DIAAS (digestible indispensable amino acid score). Med den här metoden uppskattas proteinkvalitet baserat på aminosyrabehov och digererbarheten, och därmed biotillgängligheten, av varje enskild essentiell aminosyra i den nedre delen av tunntarmen (ileum) hos människa, växande grisar eller växande råttor (Churchward-Venne et al., 2017). De flesta ätbara insekter innehåller de flesta essentiella aminosyror (Rumpold and Schluter, 2013, Jantzen da Silva Lucas et al., 2020), men stora variationer förekommer mellan arter och även mellan individer av samma art (Raheem et al., 2019). Lysin och tryptofan lyfts fram som begränsande, vilket innebär att dessa saknas eller endast förekommer i mindre mängd och därmed begränsar proteinutnyttjandet i just det livsmedlet (Raheem et al., 2019). *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor* innehåller jämförbara mängder av de essentiella

aminosyrorna jämfört med nötkött, ägg, mjölk, soja och bönor (Jantzen da Silva Lucas et al., 2020). Dessa arter begränsas i huvudsak av de sulfatrika aminosyrorna cystein och metionin (Churchward-Venne et al., 2017). Vid en analys av insektsprodukter (ursprungsländer var Kanada, Thailand och Nederländerna) uppfyllde ingen av produkterna behovet av essentiella aminosyror, utan alla hade otillräckligt innehåll av åtminstone en essentiell aminosyra (Churchward-Venne et al., 2017). Dessa produkter kan därmed förväntas ha lägre proteinkvalitet jämfört med nötkött, ägg, mjölk och soja som innehåller alla essentiella aminosyror och anses vara ”kompletta” och har hög proteinkvalitet.

En faktor som kan påverka digererbarheten av insektsprotein är förekomsten av kitin. Kitin är ett olösligt fibrer och en komponent i insekters yttre skelett. Borttagande av kitin i hela torkade insekter har visat sig öka proteinkvaliteten i form av ökad digererbarhet, tillgänglighet av aminosyror och högre proteinutnyttjande, när man studerat diande råttor (Churchward-Venne et al., 2017). Protein från insekter med lägre andel kitin eller förädlad insektsprotein i form av pulver kan ha högre digererbarhet och därmed ett mer fördelaktigt näringsvärde än protein från insekter med hög andel kitin.

## Fett

De flesta fetter som behövs kan bildas i kroppen från kolhydrater och protein. Undantaget är omega-6-fettsyran linolsyra (även benämnd 18:2 eller n-6) och omega-3-fettsyran alfa-linolensyra (även benämnd 18:3 eller n-3). Dessa fleromättade fettsyror är essentiella fettsyror som vi måste få i oss via maten. Med svenska matvanor är det lätt att få i sig för mycket mättat fett och för lite fleromättat fett, framförallt omega-3 (Livsmedelsverket, 2012).

Fett är den näst största komponenten av insekter efter protein och fettinnehållet är högre i larvstadiet än i vuxna individer (Jantzen da Silva Lucas et al., 2020). Fettinnehållet kan variera stort, mellan 10-50 % (torrvikt) och beror på art, kön, livsstadium, foder, temperatur i omgivningen och migrationssträcka (Jantzen da Silva Lucas et al., 2020). Även fettsyresammansättningen kan styras av vilket foder insekterna får. I ett försök där man gav inälvor från fisk som foder åt puppor av *Hermetia illucens* (svart soldatfluga) sågs en signifikant ökning av omega-3-fettsyrorna EPA<sup>1</sup> och DHA<sup>2</sup> (Rumpold and Schluter, 2013). Insekter av den proteinrika ordningen Orthoptera (både vildfångade och kommersiellt uppfödda) innehåller i genomsnitt omkring 13 % fett medan insekter av ordningen Coleoptera i genomsnitt innehåller omkring 30 % fett (Rumpold and Schluter, 2013). Tabell 1 visar variationen av fettinnehållet i aktuella insektsarter. För kommersiellt uppfödda insekter varierar fetthalten i *Tenebrio molitor* mellan 15-43 % och i *Acheta domesticus* varierar fetthalten mellan 14-29 %, baserat på de data som identifierats i föreliggande rapport.

De huvudsakliga fettsyror hos larver är den mättade fettsyran palmitinsyra och den enkelomättade fettsyran oljesyra; för vuxna insekter är palmitinsyra och den fleromättade omega-6-fettsyran mest förekommande (Jantzen da Silva Lucas et al., 2020). Vanligen finns det mer omega-6 än omega-3 i maten, detta gäller även för insekter där nivån omega-6-fettsyror är hög jämfört med nivån av omega-3 (Jantzen da Silva Lucas et al., 2020). I tabell 2 redovisas innehållet av omega-3- och omega-6-fettsyror

---

<sup>1</sup> Eikosapentaensyra

<sup>2</sup> Dokosaheksaensyra

hos insekter som kan komma att födas upp/redan föds upp kommersiellt tillsammans med andra animaliska livsmedel som jämförelse. Här ser man att andelen omega-6-fettsyror är betydligt högre i insektsarterna än i rött kött, kyckling och fet fisk. Andelen omega-3 är jämförbar för insektsarterna och rött kött och kyckling, men betydligt lägre jämfört med fet fisk.

Tabell 2. Andelen omega-6- och omega-3-fettsyror av totalt fettinnehåll hos olika insekter och jämförelselivsmedel.

	Fettsyra (% av totalt fettinnehåll)	
	omega-6 <sup>a</sup>	omega-3 <sup>b</sup>
<i>Tenebrio molitor</i> <sup>c</sup>	21,8	0,8
<i>Alphitobius diaperinus</i> <sup>c</sup>	23,3	1,1
<i>Acheta domesticus</i> <sup>c</sup>	29,1	2,2
Rött kött <sup>d</sup>	5,8	0,9
Kyckling <sup>d</sup>	13,9	2,3
Fet fisk <sup>d</sup>	5,4	17,2

<sup>a</sup> Linolsyra (C18:2), arakidonsyra (C20:4)

<sup>b</sup> α-linolensyra (C18:3), EPA (C20:5), DHA (C22:6)

<sup>c</sup> Värden från (Tzompa-Sosa Daylan A. et al., 2014).

<sup>d</sup> Värden hämtade från Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas, version 2020-01-16.

## Fibrer

Fibrer är kolhydrater som inte bryts ner vid matsmältningen, utan når tjocktarmen i stort sett opåverkade. Många äter för lite fibrer (Livsmedelsverket, 2012). Huvudparten av fiberinnehållet i insekter utgörs av kitin, en olöslig cellulosalik polysackarid som är huvudkomponent i insekters yttre skelett (exoskelettet). Kitin har kopplats samman med försvar mot parasitinfektioner och vissa allergiska reaktioner (FAO, 2013). Vissa menar att kitin har samma verkan som kostfiber (FAO, 2013) och det finns viss evidens för att kitin kan ha positiva effekter på tarmfloran, men området är utforskat och i dagsläget kan man inte dra några säkra slutsatser (Stull et al., 2018). Samtidigt, som nämnt ovan, kan förekomsten av kitin påverka proteinets digerbarhet negativt.

Tabell 1 visar variationen av fiberinnehållet i aktuella insektsarter. I *Tenebrio molitor* varierar de redovisade värdena mellan 2-20 % och i *Acheta domesticus* är variationen i fiberinnehåll 3-22 %.

## Protein, fett och fibrer – insekter i jämförelse med andra livsmedel

I tabell 3 redovisas näringsinnehåll från protein, fett och fibrer för bröd, andra spannmål, baljväxter, rött kött, kyckling, samt mager och fet fisk. Proteininnehållet i insekterna som redovisas överensstämmer i stort med proteininnehållet i andra animalier och är ungefär 2-7 gånger så högt som i bröd, spannmål och baljväxter. Fettinnehållet i insekterna motsvarar överlag fettinnehållet hos andra animalier bortsett från mager fisk som innehåller betydligt mindre fett. Fettkvaliteten i insekterna är likvärdig med rött kött eller kyckling. Till exempel är andelen omega-3 av totalt fettinnehåll ca 0,8 % i *Tenebrio molitor*, ca 1,1 % i *Alphitobius diaperinus* och ca 2,2 % i *Acheta domesticus*. Respektive andel i rött kött är ca 0,9 % och i kyckling ca 2,3 %. Däremot är andelen omega-3 i fet fisk betydligt högre, ca 17 %. Fiberinnehållet i ätbara insekter varierar, men motsvarar grovt sett fiberinnehållet i bröd och annat spannmål och överstiger innehållet i andra animalier.

Tabell 3. Innehåll av protein, fett, fibrer och energi i olika jämförelselivsmedel (torrvikt).

Livsmedel	Protein (%)	Fett (%)	Fibrer (%)	Energi (kcal/100g)
Grovt bröd	11,2 (2,3)	4,6 (2,2)	9,1 (3,3)	397,8 (15,6)
Hårt bröd	10,8 (2,7)	4,0 (2,6)	12,8 (5,3)	386,8 (20,6)
Vitt bröd	11,7 (2,1)	7,7 (8,0)	5,6 (1,9)	419,9 (38,5)
Spannmål, ej bröd	10,3 (2,8)	5,8 (5,6)	9,2 (5,0)	403,2 (32,5)
Baljväxter	26,9 (4,8)	4,9 (6,2)	24,3 (5,7)	361,1 (34,7)
Rött kött	67,6 (13,5)	27,4 (14,3)	0,0	519,2 (71,3)
Kyckling	71,8 (11,2)	21,3 (10,9)	0,3 (1,0)	481,8 (51,6)
Mager fisk	84,2 (10,2)	8,0 (9,4)	0,0	414,3 (46,0)
Fet fisk	51,0 (14,3)	35,3 (12,5)	0,0	539,1 (76,4)
Coleoptera (vuxna skalbaggar, larver)	47-70	15-43	2-15	380-577
Orthoptera (syrsor, gräshoppor)	42-70	14-29	3-22	415-524

Värdena är hämtade från Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas (version 2020-01-16) och presenterar medelvärden med standardavvikelse inom parentes. Värden för kommersiellt odlade insekter av ordningarna Coleoptera och Orthoptera visas för jämförelse (sammanställt från tabell 1).

Payne et al jämförde ätbara insekter med andra vanligen konsumerade animalier (nötkött, fläsk, kyckling, inälvsmat) mot två olika modeller för att bedöma näringsprofil (Payne et al., 2016). Den ena modellen (Ofcom) är utvecklad för att bedöma övernutrition och poängsätter faktorer att begränsa: energi, totalt socker, natrium och mättat fett. Modellen balanserar dessa mot faktorer som anses fördelaktiga ur hälsosynpunkt: frukt, nötter, grönsaker, fibrer och protein. Den andra modellen (Nutrient value score, NVS) är utvecklad för att bedöma undernutrition och baseras på mängd av energi, protein, fett, vitaminer och mineraler för att uppskatta skillnaden i näringskvalitet mellan olika livsmedel.

I jämförelsen av Payne et al utvärderades bland andra insektsarterna *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor*. Baserat på Ofcom-modellen, hade inga insekter signifikant bättre näringsprofil jämfört med köttprodukter. Enligt NVS-modellen hade *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor* en signifikant högre näringskvalitet än nötkött och kyckling och inga av de testade insekterna hade en lägre näringskvalitet jämfört med kött. Slutsatsen av denna studie var att näringsprofilerna för olika insekter varierar mycket; köttprodukter kan i vissa fall vara näringsmässigt fördelaktiga när det kommer till aspekter av övernutrition och flera insekter är potentiellt fördelaktiga till kött när det kommer till undernutrition.

## Vitaminer och mineraler

Även innehållet av vitaminer och mineraler varierar stort mellan olika insektsarter. Faktorer som foder och vilken miljö de befinner sig i spelar roll för vitamin- och mineralinnehållet (Rumpold and Schluter, 2013), men analysresultatet varierar också beroende på om innehållet analyserats som torrvikt eller färskvikt.

Det finns inte mycket data över innehållet av vitaminer i ätbara insekter och variationerna är stora. För arterna *Alphitobius diaperinus larvae* och *Locusta migratoria* hittades inga specifika data för vitamin- och mineralinnehåll. I översiktsartikeln av Rumpold och Schlüter redovisas att insekter generellt sett

är rika på riboflavin, pantotensyra och biotin och att insekter av ordningarna Orthoptera och Coleoptera generellt sett är rika på folat (Rumpold and Schluter, 2013).

I tabell 4 redovisas några viktiga vitaminer för *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor* från Rumpold och Schlüters sammanställning av två studier av insekter uppfödda i USA respektive Mexiko tillsammans med det rekommenderade intaget av respektive vitamin. Innehåll av D-vitamin redovisas inte i denna sammanställning (Rumpold and Schluter, 2013), men det verkar kunna variera beroende på insekternas exponering av sol eller UVB-bestrålning (Oonincx et al., 2018). Jämfört med rekommenderat intag för vuxna har 100 g torkad *Acheta domesticus* respektive *Tenebrio molitor* ett relativt högt innehåll av riboflavin och folat, men lågt innehåll av A-vitamin, C-vitamin och tiamin.

Analysvärdena och det rekommenderade intaget är inte alltid direkt jämförbara. Niacin är anggett som mg/100 g livsmedel, medan det rekommenderade intaget anges som niacinekvivalenter (NE). Niacinekvivalenter omfattar både det niacin som finns ursprungligt i maten och det niacin som bildas i kroppen från aminosyran tryptofan. Med antagandet att andelen tryptofan hos *Tenebrio molitor* liknar det för kött (Livsmedelsverkets webbplats, 2021b) skulle den arten kunna vara en bra källa till niacin. För E-vitamin är värdet från litteraturen anggett i internationella enheter (IU), medan det rekommenderade intaget anges i mg alfa-tokoferolekvivalenter ( $\alpha$ -TE). Eftersom E-vitamin inte bara består av alfa-tokoferol utan även andra antioxidanter med lägre aktivitet är det svårt att konvertera dessa data till en gemensam enhet. Även vid antagandet att E-vitaminaktiviteten hos ätbara insekter endast skulle bestå av alfa-tokoferol, verkar insekter inte generellt innehålla mycket E-vitamin (Rumpold and Schluter, 2013), undantaget är *Acheta domesticus*.

Tabell 4. Innehåll av vitaminer hos *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor* per 100 gram torrsvikt samt rekommenderat intag per dag av respektive vitamin för vuxna baserat på nordiska näringsrekommendationer.

		Vitamin (mängd/100 g) <sup>1</sup>						
		A-vitamin ( $\mu$ g retinol)	C-vitamin (mg)	E-vitamin (IU)	Tiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niacin (mg)	Folat ( $\mu$ g)
<i>Acheta domesticus</i> <sup>2</sup>	nymf	0,02-0,2	8-25	4,2	0,09-0,1	4,2	1,4	600
<i>Acheta domesticus</i> <sup>2</sup>	vuxen	0,01-24	10-24	6,4-8,1	0,13	11,1	12,6	500
<i>Tenebrio molitor</i> <sup>2</sup>	larv	-	3,15-36,1	-	0,3-0,6	0,4-2,1	10,6-10,7	300-400
<i>Tenebrio molitor</i> <sup>2</sup>	vuxen	22,6	14,9-45,7	-	0,28	2,34	14,8	380
<b>Rekommenderat intag/dag<sup>3</sup></b>		<b>700<sup>4</sup>-900<sup>5</sup> RE (<math>\mu</math>g retinol)</b>	<b>75</b>	<b>8<sup>4</sup>-10<sup>5</sup> <math>\alpha</math>-TE</b>	<b>1,1<sup>3</sup>-1,4<sup>4</sup></b>	<b>1,3<sup>4</sup>-1,7<sup>5</sup></b>	<b>15<sup>4</sup>-18<sup>5</sup> NE</b>	<b>300<sup>4,5</sup>-400<sup>6</sup></b>

<sup>1</sup> variation av medelvärden.

<sup>2</sup> uppfödda insekter från Mexiko respektive USA (Rumpold and Schluter, 2013).

<sup>3</sup> enligt Nordiska näringsrekommendationer 2012 (NNR 2014).

<sup>4</sup> kvinnor.

<sup>5</sup> män.

<sup>6</sup> kvinnor i fertil ålder.



Även mineralinnehållet varierar stort. I den sammanställning som Rumpold och Schlüter gjort av mineralsammansättningen hos ätbara insekter (de flesta vildfångade) från 85 olika observationer var variationerna så stora att det inte var meningsfullt att ta fram medelvärden (Rumpold and Schlüter, 2013). I tabell 5 redovisas mineralinnehållet för *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor* i mängd per 100 g torrsvikt från uppfödda insekter. De flesta insekter innehåller en relativt liten mängd kalcium, kalium och natrium, det gäller även *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor* (Rumpold and Schlüter, 2013). En del arter av ordningarna Orthoptera är rika på magnesium och de flesta insekter innehåller mycket fosfor, inklusive *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor*. Enligt tabell 5 verkar i synnerhet *Acheta domesticus* kunna vara en god källa till järn. Många insekter innehåller mer järn än nötkött, fläskkött och kyckling (Jantzen da Silva Lucas et al., 2020), men hur biotillgängligt järn i insekter är verkar oklart (Rumpold and Schlüter, 2013). Ätbara insekter i allmänhet, inklusive *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor* kan vara bra källor till zink, mangan, koppar och selen (Rumpold and Schlüter, 2013).

Tabell 5. Innehåll av mineraler hos *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor* per 100 gram torrsvikt samt rekommenderat intag av respektive mineral för vuxna baserat på nordiska näringsrekommendationer.

		Mineral (mängd/100 g) <sup>1</sup>								
		Kalcium (mg)	Kalium (mg)	Magnesium (mg)	Fosfor (mg)	Natrium (mg)	Järn (mg)	Zink (mg)	Koppar (mg)	Selen (µg)
<i>Acheta domesticus</i>	nymf <sup>2</sup>	120	1537	99	1100	590	9,26	29,7	2,23	40
<i>Acheta domesticus</i>	vuxen <sup>2</sup>	132-210	1127	80-109	780-958	435	11,2-19,7	18,6-21,8	0,85-2,01	60
<i>Acheta domesticus</i>	vuxen <sup>3</sup>	139-218	826-1224	86-113	-	263-312	4,06-5,99	12,8-21,8	2,33-4,51	-
<i>Tenebrio molitor</i>	larv <sup>2</sup>	44-47	762-895	210-222	697-748	125-140	5,41-5,51	11,4-13,7	1,60-1,64	30-70
<i>Tenebrio molitor</i>	larv <sup>4</sup>	-	927	191	-	188	4,55	12,7	5	30-70
<i>Tenebrio molitor</i>	vuxen <sup>2</sup>	64	937	167	763	174	6,01	12,7	2,07	40
<b>Rekommenderat intag/dag<sup>5</sup></b>		<b>800</b>	<b>3100<sup>6</sup>-3500<sup>7</sup></b>	<b>280<sup>6</sup>-350<sup>7</sup></b>	<b>600</b>	<b>&lt;2400<sup>8</sup></b>	<b>15<sup>6</sup>-9<sup>7</sup></b>	<b>7<sup>6</sup>-9<sup>7</sup></b>	<b>0,9</b>	<b>50<sup>4</sup>-60<sup>5</sup></b>

<sup>1</sup>Medelvärden, alternativt variation av medelvärden.

<sup>2</sup>Uppfödda i USA (Rumpold and Schlüter, 2013).

<sup>3</sup>Pulver från tre olika kommersiella leverantörer baserat på insekter uppfödda i Thailand eller Kanada (Montowska et al., 2019).

<sup>4</sup>Uppfödda insekter från Frankrike (EFSA Panel on Nutrition et al., 2021).

<sup>5</sup>enligt nordiska näringsrekommendationer 2012 (NNR 2014).

<sup>6</sup>kvinnor.

<sup>7</sup>män.

<sup>8</sup>populationsmål, det vill säga rekommendationen är att befolkningen som helhet (medelvärde) bör komma under angivet intag.

## Vitaminer och mineraler – insekter i jämförelse med andra livsmedel

I tabell 6 och 7 redovisas vitamin- respektive mineralinnehåll för de utvalda livsmedlen bröd, andra spannmål, baljväxter, rött kött, kyckling, samt mager och fet fisk. På grund av den stora variationen både mellan olika insektsarter, men även inom samma art, är det svårt att dra några definitiva slutsatser baserat på de data som användes i den här sammanställningen.

Jämförelser av vitamininnehållet i insekter (tabell 4) och de övriga livsmedlen (tabell 6) visar ändå att insekter verkar innehålla mindre A-vitamin än bröd, andra spannmål, baljväxter, rött kött, kyckling och fisk. Däremot verkar insekter innehålla mer C-vitamin och folat än de övriga livsmedlen.

Tabell 6. Innehåll av vitaminer i olika jämförelselivsmedel per 100 gram torrvtikt.

Livsmedel	A-vitamin (RE)	C-vitamin (mg)	E-vitamin (mg)	Tiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niacin (mg)	Niacin (NE)	Folat (µg)
Grovt bröd	18,0 (25,7)	0,1 (0,3)	1,1 (0,4)	0,3 (0,08)	0,2 (0,05)	3,3 (1,2)	5,1 (1,4)	48,8 (20)
Hårt bröd	2,3 (5,5)	0	0,8 (0,4)	0,3 (0,1)	0,2 (0,1)	2,2 (1,7)	4,0 (1,7)	65,0 (20)
Vitt bröd	45,3 (78,1)	0,4 (0,63)	1,0 (0,9)	0,3 (0,1)	0,1 (0,06)	2,7 (1,3)	4,7 (1,4)	39,3 (20)
Spannmål	3,0 (10,9)	0,1 (0,38)	1,4 (2,3)	0,5 (0,6)	0,4 (0,60)	5,8 (6,6)	6,9 (5,2)	48,4 (60)
Baljväxter	5,1 (10,4)	3,6 (12,9)	1,1 (1,5)	0,4 (0,2)	0,2 (0,1)	2,0 (1,2)	6,4 (1,8)	247,4 (260)
Rött kött	55,7 (49,7)	0	1,4 (0,7)	1,0 (1,6)	0,6 (0,2)	20,1 (6,2)	32,5 (8,0)	12,4 (10)
Kyckling	79,1 (45,6)	0	4,7 (1,3)	0,4 (0,2)	0,5 (0,1)	35,3 (11,4)	48,4 (13,2)	50,0 (70)
Mager fisk	176,4 (578,8)	0	3,3 (2,2)	0,4 (0,4)	0,3 (0,2)	16,6 (8,2)	32,0 (8,6)	35,0 (20)
Fet fisk	110,4 (206,5)	0	4,9 (4,0)	0,3 (0,3)	0,4 (0,2)	15,2 (7,0)	24,4 (8,5)	24,1 (30)

Värdena är hämtade från Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas och representerar medelvärden med standardavvikelse inom parentes.

Jämförelser av mineralinnehållet i insekter (tabell 5) och de övriga livsmedlen (tabell 7) visar att de redovisade insektsarterna verkar innehålla lika mycket järn per 100 gram som baljväxter och rött kött, men hur biotillgängligheten av insektsjärn ser ut är oklart. Generellt är hemjärn, som finns i animaliska livsmedel, lättare för kroppen att tillgodogöra sig än icke-hemjärn som finns i vegetabiliska livsmedel. Upptaget av icke-hemjärn påverkas också i större grad av andra ämnen. Insekter verkar ha ett lågt natriuminnehåll per 100 g jämfört med alla andra livsmedel som tas upp i tabell 7, i synnerhet jämfört med de animaliska alternativen.

Tabell 7. Innehåll av mineraler i olika jämförelselivsmedel per 100 gram torrsvikt.

Livsmedel	Kalcium (mg)	Kalium (mg)	Magnesium (mg)	Fosfor (mg)	Natrium (mg)	Järn (mg)	Zink (mg)	Koppar (mg)	Selen (µg)
Grovt bröd	65,7 (33,6)	395,4 (175,5)	76,8 (24,2)	244,2 (76,9)	602,0 (128,0)	2,7 (1,1)	2,3 (0,6)	0,4 (0,1)	1,8 (1,7)
Hårt bröd	66,2 (54,8)	420,4 (141,4)	78,9 (37,3)	310,8 (102,2)	539,9 (196,9)	4,1 (3,9)	2,4 (1,0)	0,3 (0,1)	4,4 (5,9)
Vitt bröd	91,7 (104,7)	229,9 (56,3)	40,6 (16,4)	216,5 (152,8)	668,2 (166,5)	1,5 (0,4)	1,3 (0,4)	0,2 (0,05)	3,7 (3,0)
Spannmål	58,2 (99,1)	366,7 (141,4)	100,6 (38,2)	300,1 (111,6)	490,2 (517,0)	4,2 (2,8)	2,2 (0,72)	0,4 (0,2)	2,7 (4,4)
Baljväxter	154,7 (76,3)	937,5 (379,8)	131,1 (53,0)	411,8 (98,6)	443,1 (339,2)	6,2 (1,6)	3,2 (0,9)	1,0 (0,2)	18,2 (30,6)
Rött kött	30,1 (13,1)	795,3 (287,5)	77,7 (20,3)	672,1 (193,6)	648,5 (260,7)	5,8 (2,0)	11,9 (3,8)	0,3 (0,2)	26,4 (11,8)
Kyckling	35,1 (14,0)	971,3 (376,1)	106,3 (32,4)	801,5 (230,0)	1186,0 (599,6)	2,7 (1,0)	3,6 (1,1)	0,1 (0,04)	51,1 (20,0)
Mager fisk	204,5 (457,7)	1230,4 (471,8)	131,1 (35,5)	879,7 (197,5)	1406,7 (686,9)	1,2 (0,9)	2,2 (0,7)	0,2 (0,05)	135,0 (43,2)
Fet fisk	118,6 (145,8)	756,3 (312,8)	70,3 (27,8)	625,5 (302,6)	2302,3 (1742,8)	2,0 (1,3)	2,5 (2,4)	0,2 (0,1)	78,2 (49,4)

Värdena är hämtade från Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas och representerar medelvärden med standardavvikelse inom parentes.

## Relevans av insekters näringsprofil för den svenska befolkningen

I ett resonemang om källor till näringsämnen i kosten är det viktigt att ta ett helhetsperspektiv. Exempelvis är det inte nödvändigtvis viktigt att konsumera ett livsmedel bara för att det är en rik källa till ett näringsämne. Det beror på rådande kostmönster och förutsättningarna för att äta hälsosamt i en befolkning. Den svenska befolkningen har, generellt sett, inga svårigheter att få i sig tillräckligt med energi. Det råder heller ingen generell brist på intaget av protein i Sverige. I genomsnitt får svenskarna 17 % av kalorierna från protein (Livsmedelsverket, 2012), att jämföra med rekommendationen om att 10-20 % av kalorierna vi äter bör komma från protein (NNR 2014, Livsmedelsverket, 2012). Den enda åldersgrupp som i vissa fall ligger under rekommenderat intag är personer över 65 år. Att prata om proteinkvalitet när det inte råder brist på proteinintag är inte helt befogat. Även om vegetabiliska livsmedel inte innehåller alla aminosyror kan proteinbehovet mötas bara kosten är någorlunda varierad så att alla aminosyror konsumeras i kosten som helhet.

Det finns andra näringsämnen där befolkningen, eller delar av befolkningen, kan ha svårare att möta rekommendationerna, och här kan nya källor vara intressanta att titta på. Med svenska matvanor, där en stor del av fett kommer från mejeriprodukter som ost, mjölk, fil, crème fraîche och smör (Livsmedelsverket, 2012), är det lätt att få i sig för mycket mättat fett och för lite fleromättat fett. Här skulle insekter kunna utgöra alternativa källor till fleromättade fettsyror, särskilt eftersom fettkvalitet till stor del anses kunna styras av fodersammansättningen (Rumpold and Schluter, 2013).

Insekter kan också utgöra källor till mineraler och vitaminer. Järn kan vara intressant ur svenskt perspektiv då intaget för dessa näringsämnen generellt är lågt i vissa grupper, till exempel flickor och unga kvinnor (Livsmedelsverket, 2018). En annan aspekt att ha i åtanke är hur ett nytt livsmedel kommer att konsumeras. Till exempel verkar insekter innehålla relativt låga mängder natrium, men om man antar att insekter kommer ätas mest som ingrediens i ett sammansatt livsmedel, då är det slutproduktens natriuminnehåll som är av större betydelse.

Vidare måste man komma ihåg att insekter inte traditionellt har ingått i kostvanorna hos Europas befolkning och acceptansen för insekter som livsmedel är idag relativt låg. Konsumtionen kommer förmodligen, åtminstone till en början, inte innebära några större mängder. Till vilken del Sveriges konsumenter kommer äta insekter framöver, i vilka former, samt om det kommer ske på bekostnad av andra livsmedel eller som tillägg, återstår att se.

## Framtida behov och kunskapsluckor

Information om proteininnehåll, aminosyraprofil och proteinets digerbarhet är fortfarande begränsad när det kommer till insekter som helhet och i synnerhet kommersiellt producerade insekter avsedda som livsmedel. Sådan information behövs för att fullt ut kunna värdera proteinkvalitet i förhållande till andra animaliska protein och växtbaserade protein. Huvuddelen av den information som finns tillgänglig idag kommer från insekter som samlats i det vilda (Churchward-Venne et al., 2017). De flesta studier som finns tillgängliga idag har använt in vitro-modeller (provrörsmodeller) vid

uppskattning av digererbarheten hos insektsprotein (Churchward-Venne et al., 2017). Fler studier som undersöker digererbarheten i tunntarmen hos människa skulle behövas för att kunna utvärdera proteinkvalitet med hjälp av rekommenderade index som till exempel DIAAS.

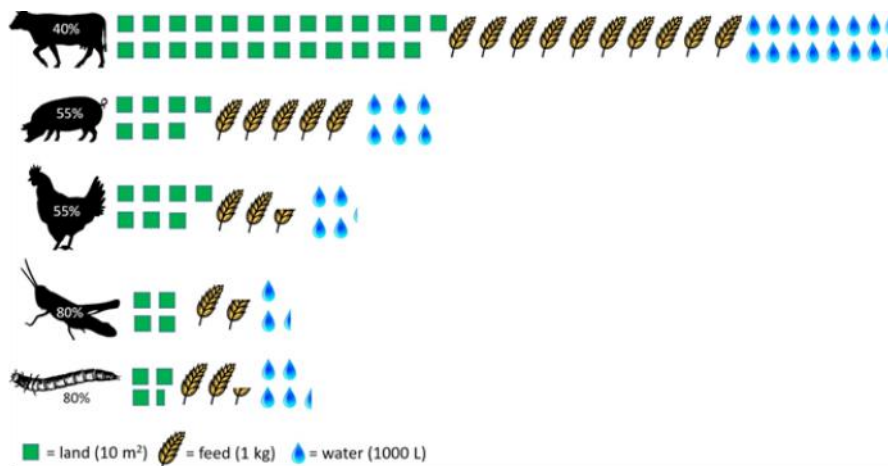
Mer information om fettsyreinnehåll, vitaminer och mineraler av specifika insektsarter behövs, särskilt för insekter uppfödda i storskalig produktion. Eftersom näringsprofilen kan förändras beroende på vilket foder insekterna får, finns det utrymme att tillsätta specifika ingredienser till fodret, som till exempel omega-3-fettsyrorna EPA och DHA.

# Miljöaspekter

Livsmedelsproduktion och -konsumtion står för cirka en tredjedel av den totala klimatpåverkan (i form av växthusgasutsläpp) orsakat av människor i världen (Crippa et al., 2021). Av denna påverkan står kött- och fiskproduktion, inklusive markförbrukning till dito, för en betydande del; cirka 46 % (Poore and Nemecek, 2018). Jordbruk står även för mer än 70 % av all färskvattenanvändning på jorden (FAO, 2011). Att intresset för insekter som livsmedel (och insekter som foder) växer globalt beror till stor del på att de anses ha en lägre miljöpåverkan jämfört med andra djur, men kunskapsluckorna är stora.

## Insekter jämfört med andra djur och andra köttalternativ

Insekternas miljömässiga fördelar handlar till stor del om att de är effektivare på att omvandla foder till kött, det vill säga de har en högre fodereffektivitet (kg foder per kg levande vikt) jämfört med andra djur. Generellt kan man säga att insekter kräver mindre mark, mindre vatten och mindre mängd foder för att producera ett kilo levande vikt jämfört med större djur (figur 1). Utöver det är en högre andel av insektskroppen ätbar (cirka 80 %). Till skillnad från andra djur behöver insekter inte använda energi för att hålla uppe kroppsvärmen och de är relativt snabbväxande.



Figur 1. Mark, foder och vatten som behövs för att producera 1 kg levande djur.

Mängd mark, foder och vatten som behövs för att producera 1 kg levande djur och procentandel av djuret som är ätbar. Figur från Dobermann et al 2017 här använt under licens CC BY 4.0 (Dobermann et al., 2017).

Dock är kunskapsunderlaget för större djur mycket större än vad det är för insekter, där siffror om näringsinnehåll eller miljöaspekter oftast kommer från enskilda studier eller enskilda arter (Stull and Patz, 2020). Detta för att storskalig uppfödning av insekter som livsmedel ännu inte är utbrett (se

stycket om potentiella utmaningar, nedan). Exakt hur mycket mer resurseffektiva insekter skulle bli i praktiken är därför svårt att uttala sig säkert om. För att kunna få svar på det måste miljöpåverkan beräknas på ett sätt som tar hänsyn till hela produktens eller systemets livscykel, och på ett sätt som går att jämföra. Livscykelanalys (LCA) är en väletablerad metod för att beräkna miljöpåverkan av varor och tjänster. En LCA inkluderar allt råmaterial och alla processer, fram till en bestämd gräns, exempelvis ankomsten till livsmedelsbutiken (Halloran et al., 2016). Det finns internationella standarder för hur en LCA ska genomföras, men det är fortfarande många val som måste tas kring tillvägagångssätt, vilka antaganden som tillämpas och vilket modellsystem som används. Dessa val har stor påverkan på vilket resultat man får ut av analysen. På grund av olikheter mellan olika analyser är det svårt att jämföra olika LCA med varandra. Halloran et al (2016) föreslår ett ramverk för hur LCA för insekter kan genomföras, men även om det tillämpas är jämförelser med andra djur svårtolkade.

På grund av köttets negativa miljöpåverkan framställs insekter ofta som ett alternativ till konventionellt kött, det vill säga ett alternativ till köttets näringsmässiga eller gastronomiska funktioner i kosten. Men insekter är långt ifrån det enda alternativet (van der Weele et al., 2019). Växtbaserade alternativ (som baljväxter, soja- och mykoproteinbaserade produkter) är idag relativt väletablerade i Sverige, men även labbodlat eller algbaserat kött förs fram som framtida alternativ. Även här behöver man ta hänsyn till livsmedels hela livscykel för att kunna jämföra köttalternativens miljöpåverkan. Med hjälp av en LCA jämförde Smetana et al (2015) sammanlagd miljöpåverkan för ett kilo (i färdiglagad form) av sex olika köttalternativ plus kyckling. De fann att påverkan var lägst för en insekts- respektive en sojabönabaserad produkt, och högst för labbodlat kött och mykoproteinbaserade produkter (Smetana et al., 2015). Författarna noterade också hur stor påverkan olika val inför LCA-beräkningen hade på resultaten.

Ett annat argument för insekters mindre miljöpåverkan som framhålls ibland är att insekter kan äta och bryta ner sådant som inte människor äter, exempelvis matrester, hushållsavfall eller slakterirester. I praktiken är dock denna möjlighet mycket begränsad då insekter som föds upp som livsmedel faller in under nuvarande lagstiftning om att animaliska biprodukter inte får användas som foder till djur avsedda att användas som livsmedel (EU 1069/2009). Därför måste foder som behövs för att föda upp insekter tas med i beräkningar av insektsuppfödningens miljöpåverkan, till exempel i en livscykelanalys (Halloran et al., 2016).

Kött från betesdjur har också positiva konsekvenser för miljön, men är beroende av den lokala kontexten (Livsmedelsverkets webbplats, 2021a). Animalieproduktion i Sverige bidrar till att jordbruksmark brukas och gödseln från djuren bidrar till åkermarkens bördighet. Betande djur bidrar till att naturbetesmarker hålls öppna, vilket gynnar många hotade arter som är beroende av att dessa marker inte växer igen. Å andra sidan är ungefär hälften av det kött som konsumeras idag i Sverige importerat (Naturvårdsverkets webbplats, 2021), och av det kött som produceras i Sverige är en mindre del producerat på naturbetesmarker (nationell statistik saknas). Ur ett globalt perspektiv minskar den biologiska mångfalden på grund av dagens animalieproduktion då mark som behövs till köttproduktion skapas genom ökad markanvändning av artrika naturmarker för foder och bete, exempelvis avskogning av regnskogen i Brasilien (Tabassum et al., 2016).

Livsmedelsproduktionen och -konsumtionens miljöpåverkan förväntas öka avsevärt fram till 2050. Dels på grund av en växande globalpopulation – förväntad att uppgå till 9,7 miljarder 2050 – dels på grund av att levnadsstandarden globalt sett förväntas öka för väldigt många (Gouel and Guimbard, 2019). En mer indirekt potentiell fördel med att börja äta insekter i höginkomstländer är att det skulle kunna höja status av insekter som livsmedel globalt. Detta skulle i sin tur kunna bidra till att insektskonsumtion i låg- och mellaninkomstländer bibehålls när inkomstnivån höjs, till skillnad från rådande trend idag där intaget av traditionella livsmedel minskar till fördel för kött och så kallade ultra-processade livsmedel ökar när länder blir rikare (Gouel and Guimbard, 2019).

## Potentiella utmaningar och miljörisker med insekter som livsmedel

I länder där insekter är en del av matkulturen idag fångas de oftast vilda. Om efterfrågan ökar globalt och de fångas i större utsträckning för att exporteras kan detta utgöra ett hot mot det lokala ekosystemet om inte det görs på ett hållbart sätt (FAO, 2021, Halloran et al., 2015). Det är dock mer sannolikt att en större global efterfrågan kommer att mötas av industriell uppfödning, men även i länder där insekter länge har varit en del av matkulturen är storskalig produktion i sin linda relativt uppfödning av andra djur. Thailand började till exempel med storskalig uppfödning av två arter först i mitten av 90-talet (Hanboonsong et al., 2013). Industrin växer snabbt globalt, men många frågor återstår vad gäller hur den kan utvecklas på ett hållbart sätt (Berggren et al., 2019). Vid uppfödning av insekter krävs anläggningar och automatiserade processer. Insekter är kallblodiga och behöver inte energi för att värma kroppen, men å andra sidan måste de hållas varma vilket är resurskrävande i kalla klimat. En framgångsrik storskalig uppfödning kräver kunskap om insekternas näringsbehov och krav på foder (van Huis and Oonincx, 2017). Industriell uppfödning kan bland annat påverka hur insekter reproducerar sig, hur de betar sig, och hur känsliga de blir för sjukdomar (Berggren et al., 2019). Denna typ av uppfödning kan påverka tillväxttakten och fodereffektiviteten, några av de egenskaperna som från början gjort insekter attraktiva som klimatvänliga proteinkällor. Som nämnt ovan är det viktigt att alla dessa faktorer tas med när insekternas miljöpåverkan diskuteras, genom exempelvis en livscykelanalys.

En miljörisk som måste beaktas handlar om påverkan på det svenska ekosystemet. De insektsarter som står på tur att eventuellt godkännas av EU är varken främmande eller invasiva för Europa. Det finns dock en risk att insekter som importeras bär på små organismer som kvalster, svampar eller bakterier. Dessa kan vara främmande arter, eller till och med invasiva främmande arter som kan göra skada om de etablerar sig i ett nytt ekosystem. Denna risk blir allt svårare att förutspå med tanke på att klimatförändringar gör att främmande arter kan ha lättare att etablera sig i Sverige i framtiden. Dessa risker hanteras, precis som för andra djur, genom att ställa krav på uppfödning och genom importkontroll. Idag är till exempel endast ett fåtal länder utanför EU godkända som importländer för insekter. En annan risk som måste hanteras handlar om vad som kan hända om insekter skulle rymma från en storskalig anläggning. Att några få procent individer rymmer är mycket svårt att förhindra och på grund av storleksordningen på populationen i en sådan anläggning kan antalet som rymmer ändå ha



betydelse för det lokala ekosystemet, även om inte arterna är främmande eller skadliga för det lokala ekosystemet (Bang and Courchamp, 2020).

I länder där det inte finns en mattradition av att konsumera insekter är acceptansen för livsmedlet låg, i synnerhet om insekterna är hela. Det är sannolikt att insekter i högre grad kommer att ätas i processad form, exempelvis som pulver, extraherat protein, eller som ingrediens i andra produkter, till exempel bröd. Sådan förädling innebär en ökad förbrukning av resurser, till exempel energi och kostnader som måste tas med i diskussioner om hållbarhet (Jansson et al., 2019).

## Framtida behov och kunskapsluckor

I resonemang om insekternas lägre miljöpåverkan görs ofta antagandet att man byter ut en del av dagens kött- eller animaliekonsumtion *mot* insekter. Att börja konsumera insekter som *tillägg* ger få om några miljövinster, utan riskerar tvärtom att bli en onödig överkonsumtion av resurser (Jansson et al., 2019). Relevansen för de potentiella miljövinsterna med insektskonsumtion är idag mycket osäker på grund av stora brister i kunskapsunderlaget (Stull and Patz, 2020).

# Slutsatser

Ur närings- och hälsoperspektiv är det svårt att tala om ätbara insekter som grupp eftersom näringsinnehållet kan variera stort beroende på vilken ordning insekten tillhör, men också inom samma art. Tillgängligheten av data är begränsad och varierar i kvalitet, de flesta analyser kommer från vildfångade insekter. Jämfört med andra animaliska livsmedel, så som kött från nöt, gris eller fjäderfä, vet vi väldigt lite. I denna sammanställning kunde inte näringsprofil redovisas för varje specifikt efterfrågad insektsart; data redovisas istället utifrån ordning eller mer generellt. För de kommersiellt sett vanligaste arterna, *Acheta domesticus* och *Tenebrio molitor*, fanns dock data att finna i litteraturen.

Överlag kan ätbara insekter vara goda källor till energi, protein, fett, vitaminer, mineraler och i vissa fall fibrer. En insekts näringsprofil varierar dock beroende på vilken föda den får, men även utvecklingsstadium, värme, vatten och uppväxtplats påverkar näringsinnehållet. Proteininnehållet i insekterna som redovisas överensstämmer i stort med protein- och fettinnehållet i andra animalier, undantaget mager fisk som innehåller betydligt mindre andel fett. Fettkvaliteten i insekterna är likvärdig med rött kött eller kyckling, men andelen omega-3 är betydligt lägre jämfört med fet fisk. Fiberinnehållet i ätbara insekter varierar, men motsvarar grovt sett fiberinnehållet i bröd och annat spannmål och överstiger innehållet i andra animalier. Insekter kan innehålla relativt mycket folat och C-vitamin jämfört med andra animaliska livsmedel och liknande mängder järn per 100 g. På grund av den stora variationen i vitamin- och mineralinnehåll, både mellan olika insektsarter, men även inom samma art, är det dock svårt att dra några definitiva slutsatser baserat på de data som användes i den här sammanställningen.

Jämfört med större djur kräver insekter mindre mark, energi, och vatten att producera ett kilo kött. Som ett alternativ till kött med mindre miljöpåverkan har insekter därför stor potential. Dock kvarstår många frågor om hur industriell insektsuppfödning bör utformas för att minimera miljöpåverkan samt riskerna för ekosystemen.

# Referenser

- BANG, A. & COURCHAMP, F. 2020. Industrial rearing of edible insects could be a major source of new biological invasions. *Ecology Letters*, 24.
- BERGGREN, Å., JANSSON, A. & LOW, M. 2019. Approaching Ecological Sustainability in the Emerging Insects-as-Food Industry. *Trends in Ecology and Evolution*, 34, 123-138.
- CHURCHWARD-VENNE, T. A., PINCKAERS, P. J. M., VAN LOON, J. J. A. & VAN LOON, L. J. C. 2017. Consideration of insects as a source of dietary protein for human consumption. *Nutr Rev*, 75, 1035-1045.
- CRIPPA, M., SOLAZZO, E., GUIZZARDI, D., MONFORTI-FERRARIO, F., TUBIELLO, F. N. & LEIP, A. 2021. Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2, 198-209.
- DOBERMANN, D., SWIFT, J. A. & FIELD, L. M. 2017. Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. *Nutrition Bulletin*, 42, 293-308.
- EFSA PANEL ON NUTRITION, N. F., ALLERGENS, F., TURCK, D., CASTENMILLER, J., DE HENAUW, S., HIRSCH-ERNST, K. I., KEARNEY, J., MACIUK, A., MANGELSDORF, I., MCARDLE, H. J., NASKA, A., PELAEZ, C., PENTIEVA, K., SIANI, A., THIES, F., TSABOURI, S., VINCETI, M., CUBADDA, F., FRENZEL, T., HEINONEN, M., MARCHELLI, R., NEUHÄUSER-BERTHOLD, M., POULSEN, M., PRIETO MARADONA, M., SCHLATTER, J. R., VAN LOVEREN, H., VERVERIS, E. & KNUTSEN, H. K. 2021. Safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal*, 19, e06343.
- EUROPEISKA KOMMISSIONEN 2009. Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1069/2009 av den 21 oktober 2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel och om upphävande av förordning (EG) nr 1774/2002 (förordning om animaliska biprodukter).
- EUROPEISKA KOMMISSIONEN 2015. Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2015/2283 av den 25 november 2015 om nya livsmedel och om ändring av Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 1169/2011 och upphävande av Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 258/97 och kommissionens förordning (EG) nr 1852/2001.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS 2011. *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk.*, Rome and Earthscan, London.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS 2021. Looking at edible insects from a food safety perspective. Challenges and opportunities for the sector. Rome.
- GOUEL, C. & GUIMBARD, H. 2019. Nutrition Transition and the Structure of Global Food Demand. *American Journal of Agricultural Economics*, 101, 383-403.
- HALLORAN, A., ROOS, N., EILENBERG, J., CERUTTI, A. & BRUUN, S. 2016. Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review. *Agron Sustain Dev*, 36, 57.
- HALLORAN, A., VANTOMME, P., HANBOONSONG, Y. & EKESI, S. 2015. Regulating edible insects: the challenge of addressing food security, nature conservation, and the erosion of traditional food culture. *Food Security*, 7, 739-746.
- HANBOONSONG, Y., JAMJANYA, T. & DURS, P. B. 2013. Six-legged livestock: edible insect farming, collection on and marketing in Thailand. Bangkok: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. REGIONAL OFFICE FOR ASIA AND THE PACIFIC.
- JANSSON, A., HUNTER, D. & BERGGREN, Å. 2019. Insects as Food – an option for sustainable food production? . In: SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES, T. R. P. F. F. (ed.) *SLU Future Food Reports 5*.
- JANTZEN DA SILVA LUCAS, A., MENEGON DE OLIVEIRA, L., DA ROCHA, M. & PRENTICE, C. 2020. Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food Chem*, 311, 126022.
- LIVSMEDELSVERKET 2012. Riksmaten vuxna 2010-11. Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige. Uppsala: Livsmedelsverket.
- LIVSMEDELSVERKET 2018. Riksmaten ungdom 2016-17. Näringsintag och näringsstatus bland ungdomar i Sverige. Uppsala: Livsmedelsverket.
- LIVSMEDELSVERKETS WEBBPLATS. 2021a. *Kött och chark* [Online]. Available: [Livsmedelsverkets webbplats, www.livsmedelsverket.se](http://www.livsmedelsverket.se) [Accessed April 2021].
- LIVSMEDELSVERKETS WEBBPLATS. 2021b. *Niacin* [Online]. Available: [Livsmedelsverkets webbplats, www.livsmedelsverket.se](http://www.livsmedelsverket.se) [Accessed Februari 2021].
- MONTOWSKA, M., KOWALCZEWSKI, P. L., RYBICKA, I. & FORMAL, E. 2019. Nutritional value, protein and peptide composition of edible cricket powders. *Food Chem*, 289, 130-138.

- NATURVÅRDSVERKETS WEBBPLATS. 2021. *Svensk konsumtion och produktion av kött* [Online]. Available: [Naturvårdsverkets webbplats, www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se) [Accessed Mars 2021].
- NORDIC NUTRITION RECOMMENDATIONS 2012 2014. *Integrating nutrition and physical activity*, Copenhagen, Nordic Council of Ministers.
- OONINCX, D., VAN KEULEN, P., FINKE, M. D., BAINES, F. M., VERMEULEN, M. & BOSCH, G. 2018. Evidence of vitamin D synthesis in insects exposed to UVb light. *Sci Rep*, 8, 10807.
- PAYNE, C. L., SCARBOROUGH, P., RAYNER, M. & NONAKA, K. 2016. Are edible insects more or less 'healthy' than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition. *Eur J Clin Nutr*, 70, 285-91.
- POORE, J. & NEMECEK, T. 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360, 987.
- RAHEEM, D., RAPOSO, A., OLUWOLE, O. B., NIEUWLAND, M., SARAIVA, A. & CARRASCOSA, C. 2019. Entomophagy: Nutritional, ecological, safety and legislation aspects. *Food Res Int*, 126, 108672.
- RUMPOLD, B. A. & SCHLUTER, O. K. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol Nutr Food Res*, 57, 802-23.
- SMETANA, S., MATHYS, A., KNOCH, A. & HEINZ, V. 2015. Meat alternatives: life cycle assessment of most known meat substitutes. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, 1254-1267.
- STULL, V. & PATZ, J. 2020. Research and policy priorities for edible insects. *Sustainability Science*, 15, 633-645.
- STULL, V. J., FINER, E., BERGMANS, R. S., FEBVRE, H. P., LONGHURST, C., MANTER, D. K., PATZ, J. A. & WEIR, T. L. 2018. Impact of Edible Cricket Consumption on Gut Microbiota in Healthy Adults, a Double-blind, Randomized Crossover Trial. *Sci Rep*, 8, 10762.
- TABASSUM, A., TASNEEM, A. & ABBASI, S. A. 2016. Reducing the global environmental impact of livestock production: the minilivestock option. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1754-1766.
- VAN DER WEELE, C., FEINDT, P., JAN VAN DER GOOT, A., VAN MIERLO, B. & VAN BOEKEL, M. 2019. Meat alternatives: an integrative comparison. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 505-512.
- VAN HUIS, A. & OONINCX, D. G. A. B. 2017. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 43.
- VAN HUIS, A., VAN ITTERBEECK, J., KLUNDER, H., MERTENS, E., HALLORAN, A., MUIR, G. & VANTOMME, P. 2013. Edible insects. Future prospects for food and feed security *FAO Forestry Paper*. Rome: Food and agriculture organization of the united nations.
- ZIELIŃSKA EWELINA, BARANIAK BARBARA, KARAŚ MONIKA, RYBCZYŃSKA KAMILA & JAKUBCZYK ANNA 2015. Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. *Food Res Int*, 77, 460-466.



