



# Hur gruppstorlek påverkar tillväxt hos hussyrsan (*Acheta domesticus*)

---

The effect of group size on growth rate in the house cricket (*Acheta domesticus*)

Hedda Björk Ericsson

Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap • Institutionen för ekologi

Biologi och miljövetenskap - kandidatprogram

Uppsala 2021





# Hur gruppstorlek påverkar tillväxt hos hussyrsan (*Acheta domesticus*)

*The effect of group size on growth rate in the house cricket (Acheta domesticus)*

Hedda Björk Ericsson

**Handledare:** Åsa Berggren, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi

**Examinator:** Matthew Low, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i biologi, G2E

**Kurskod:** EX0894

**Program/utbildning:** Biologi och miljövetenskap - kandidatprogram

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för vatten och miljö

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2021

**Omslagsbild:** Brian Gratwicke (2010) (CC BY 2.0)

**Nyckelord:** *Acheta domesticus*, grupp-effekt, hussyrsa, tillväxthastighet, individstorlek

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för ekologi

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Sammanfattning

Ökad tillväxthastighet har observerats bland insekter som hålls i grupp. Begreppet för fenomenet är *grupp-effekt* (group effect), vilket beskrevs 1958 av Rémy Chauvin. Det finns olika förklaringar till varför tillväxten ökar, men det är osäkert vad den bakomliggande mekanismen är. Diet, könsfördelning och populationsdensitet påverkar hur och om en grupp-effekt ”uttrycks”. Med sina klimatmässiga fördelar börjar insekter bli ett alternativt livsmedel för människor. Effektivisering av produktionen som t ex. insekternas tillväxt, utan att det påverkar deras välmående, är därför av intresse. Studiens syfte var att undersöka om storleken och tillväxthastigheten hos *Acheta domesticus* ökar när de hålls i grupp jämfört med när de går själva, samt undersöka om mortaliteten påverkas av hur många de är tillsammans. Grupp-effekten undersöktes genom att mäta nymfer av hussyrsor som gick själva och grupper om två samt fyra individer. Syrsornas startstorlek uppskattades i studiens början, därefter skedde tre mätningar med en veckas mellanrum. En fjärde och sista mätning utfördes med ett digitalt skjutmått på samtliga individer efter att de blev frysta. I programmet R användes en generaliserad linjär modell för att analysera all insamlad data. Studiens resultat visade en tydlig grupp-effekt hos syrsorna som gick fyra tillsammans när deras startstorlek jämfördes med gruppstorlekarna med en och två individer under de tre första mätomgångarna. I denna kategori med flest individer hade störst andel syrsor som dog, men mortalitet kunde inte statistiskt analyseras beroende på otillräckligt med data.

Slutsats av studien är att det är positivt för tillväxten att hålla syrsor i grupp, men att mer forskning om ämnet behövs för att förstå mekanismerna bakom detta.

*Nyckelord:* *Acheta domesticus*, grupp-effekt, hussyrsa, tillväxthastighet, individstorlek

## Abstract

An increase in growth rate has been observed in group reared insects. In 1958 Rémy Chauvin described this phenomenon as the *group effect*. There are different explanations as to why this occurs, but the mechanism behind it is unknown. Diet, sex and population density are factors that influence how and if a group effect occurs. Production of insects as human food is becoming more relevant because of its reduced environmental impact. Increasing growth rates, while maintaining good animal welfare are important for an effective production. This study was conducted to examine if group reared individuals of *Acheta domesticus* show an increase in size and growth rate. How group rearing affects mortality was also examined. Nymphs of the house cricket were reared individually and in groups of two and four crickets. Their sizes were measured at the beginning of the study, as well as three times with one week apart. A fourth and last measurement at the end of the study was done with a digital caliper on all crickets after they were frozen. The collected data was analyzed by using a generalized linear model in the software R. The results of the analyses showed an evident group effect in the groups of four crickets during the first three measurements. Also, in the groups of four individuals, most crickets died. Mortality could not be statistically analyzed to low sample sizes of data. The conclusion of this study is that rearing house crickets in groups increases their body size, but more research needs to be done on the subject to understand the mechanisms behind.

*Keywords:* *Acheta domesticus*, body size, group effect, growth rate, house cricket,

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning .....</b>	<b>8</b>
<b>Figurförteckning .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Introduktion.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Material och metod.....</b>	<b>13</b>
2.1. <i>Experimentet</i> .....	13
2.2. <i>Mätningar</i> .....	14
2.3. <i>Analys</i> .....	15
<b>3. Resultat.....</b>	<b>16</b>
3.1. <i>Tillväxt</i> .....	16
3.2. <i>Individstorlek</i> .....	19
3.3. <i>Mortalitet</i> .....	22
<b>4. Diskussion.....</b>	<b>23</b>
<b>5. Slutsats.....</b>	<b>25</b>
<b>6. Referenser .....</b>	<b>26</b>
<b>Bilaga 1.....</b>	<b>28</b>

# Tabellförteckning

Tabell 1. Resultat från mätning 1 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers tillväxt från snart. ....	16
Tabell 2. Resultat från mätning 2 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers tillväxt mellan mätning 1 och 2. ....	17
Tabell 3. Resultat från mätning 3 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers tillväxt mellan mätning 2 och 3. ....	18
Tabell 4. Medelvärden av storlekarna hos individer vid mätning 0–4 i de tre kategorierna. ....	19
Tabell 5. Resultat från mätning 1 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers storlek. ....	19
Tabell 6. Resultat från mätning 2 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers storlek. ....	20
Tabell 7. Resultat från mätning 3 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers storlek. ....	20
Tabell 8. Resultat från mätning 4 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers storlek. ....	20
Tabell 9. Antal döda individer i de olika kategorierna vid mätning 1–3, samt procent av döda individer i varje kategori. ....	22
Tabell 10. Uppsättningen av syrsorna från fem populationer i de olika kategorierna ( $n = 1$ ; $n = 2$ ; $n = 4$ ). ....	28



## Figurförteckning

Figur 1. Illustration över en syrsa där de röda markeringarna (på huvudet och bakkroppen) visar från vilka punkter syrsornas storlek uppskattades (mätning 0–3) och mättes (mätning 4). .....	14
Figur 2. Tillväxt i procent vid mätning 1 hos de individer som utvecklades i lådor ensamma, med en annan individ eller med tre andra individer. ....	16
Figur 3. Tillväxt i procent vid mätning 2 hos de individer som utvecklades i lådor ensamma, med en annan individ eller med tre andra individer. ....	17
Figur 4. Tillväxt i procent vid mätning 3 hos de individer som utvecklades i lådor ensamma, med en annan individ eller med tre andra individer. ....	18
Figur 5. Medelvärden för individers storlek i varje kategori och vid mätomgångarna 0–3. ....	21



# 1. Introduktion

I flera studier har man sett att flera arter inom olika insektsordningar växer fortare om de lever i grupp än om de hålls ensamma. Fenomenet har kommit att kallas för ”grupp-effekt” (Dakshayani & Mathad 1973). Rémy Chauvin var först ut med att beskriva grupp-effekten hos hussyrans *Acheta domesticus* (McFarlane & Alli 1985). Man har även observerat grupp-effekten hos andra syrsarter och inom andra insektsordningar (Watler 1982).

Det finns olika förklaringar till varför gruppering leder till inducerad tillväxt. I en studie av fjärilen *Euselasia chrysippe* fann man att ju fler larver som hölls tillsammans, desto mer föda konsumerade de individuellt (Allen 2010). Man har även observerat hos hussyror att kontakt med artfränder under utvecklingsfasen effektiviserar metabolismen. Tillväxten och utvecklingen fortsatte vara inducerade även när tidigare grupperade individer isolerades (Watler 1982). Det gäller dock inte för alla insekter att grupp-effekten uppstår, som t.ex. i kackerlackan *Periplaneta americana*. I studier såg man att så fort individer av arten isolerades upphörde den snabbare tillväxten och utvecklingen (Wharton et al. 1968).

Flera faktorer finns som påverkar förekomsten av grupp-effekt och dess inverkan på insekters tillväxt. För hussyrans spelar könsfördelning och diet en roll. Jämförelser mellan syrsor som fick foder med eller utan fetter resulterade i att grupp-effekten uttryckte sig på olika sätt. Tillväxthastigheten ökade endast för syrsor som fick en fettfri diet och om de gick tillsammans med motsatt kön. De syrsor vilkas foder innehöll fetter ökade i tillväxt vare sig de gick med andra av samma eller motsatt kön (McFarlane & Alli 1985).

Populationsdensitet kan också resultera i att man ser en grupp-effekt. Är det mycket tätt mellan individer kan det bli en motsats till grupp-effekt, där tillväxten och individens utveckling saktas ner. Orsaken är troligtvis i första hand otillräckligt med foder, vilket skapar konkurrens och näringsbrist. Utöver dessa samband har man sett att vissa insekter producerar ämnen som hämmar den egna tillväxten när de hålls i höga densiteter (Peters & Barbosa 1977).

Insekter som mat för människor träder alltmer fram som ett alternativ till dagens domesticerade djur. Ett av huvudalternativen är att insekter kan födas upp under förhållanden som påverkar miljön mycket mindre än den etablerade djurhållningen (van Huis 2013). Man har också sett att till skillnad från produktion av nöt och fläsk släpper ätbara insekter ut mindre mängd av växthusgaser. Det finns till och med arter som inte bidrar till någon emission av metan (Oonincx et al. 2010). Det finns mycket som man fortfarande inte vet när det gäller uthållig produktion av insekter och en hel del av det har att göra med hur insekterna ska födas upp så att de både mår och växer bra (Berggren et al. 2018, 2019).

Stora individer är intressant för uppfödare så länge det inte åstadkoms genom ageranden som har andra negativa effekter på individerna, som till exempel ökad dödlighet. Att förstå vad som kan påverka individers tillväxt och som är kopplat till hur de föds upp, och därmed också en möjlighet att styra det, är därför mycket intressant.

Hussysan *A. domesticus* är en av de arter som dagens insektsuppfödning fokuserar sig på (Huis & Tomberlin 2017). I stora uppfödningar vistas ofta många individer tillsammans, men vid avelsarbete kan både vuxna individer och nymfer vistas ensamma. En ökad förståelse för den grupp-effekt som tidigare har upptäckts är därför mycket relevant, och om det finns 1) tröskelvärden för antal individer där grupp-effekten blir synlig och 2) om grupp-effekt är kopplat till en högre dödlighet hos individerna. I den här studien användes individer *A. domesticus* från en population med känd härkomst för att undersöka hur tillväxthastighet och dödlighet ser ut hos individer som får utvecklas ensamma eller i två olika storleksgrupper.

## 2. Material och metod

### 2.1. Experimentet

Försöket började den 30 mars 2021 och avslutades 27 april 2021. Effekten av att utvecklas med andra individer av samma art studerades för två variabler, individuell tillväxt och mortalitet. Tre olika kategorier användes 1) individen var ensam ( $n = 1$  per uppfödninglåda) 2) individen var tillsammans med en annan individ ( $n = 2$  per uppfödninglåda) och 3) individen var tillsammans med tre andra individer ( $n = 4$  per uppfödninglåda). För försöket användes nymfer som var kläckta mellan 7/2 och 3/3 och som härstammade från sex olika populationer (PopM, -V, -H, -K, -N och Labb).

Totalt användes 110 syrsor vilka fördelades i 60 lådor av genomskinlig plast som var 14x14x6 cm. De olika individerna fördelades så att en maximal blandning av de olika populationerna skulle uppnås. I ett fåtal fall fanns inte individer för en fullständigt blandad fördelning (en individ från population H ersattes med individ från population Lab, en syrsa från population K blev ersatt med en syrsa från population Lab). Lådorna nummerades från 1–60 enligt tabell 6. Kategori  $n = 1$  placerades i lådorna 1–30, kategori  $n = 2$  placerades i lådorna 31–50, och kategori  $n = 4$  placerades i lådorna 51–60 (se bilaga 1; tabell 10).

Tio lufthål spikades i varje lock. Alla syrsor förseddes med foder och vatten *ad libitum*. Vatten erbjuds i ett provrör tilltäppt med bomull. Fodret var växtbaserat med tillskott av salt och vitaminer (Vaga et al. 2020). Varje burk hade också sugrör som fungerade som ett gömställe för syrsorna. Rummet som syrsorna hölls i hade en temperatur på 30 °C och en luftfuktighet på 50 %. Under dessa förhållanden tar det mellan 54-60 dagar för nyckläkta nymfer att utvecklas till aduler (Vaga et al. 2021).

## 2.2. Mätningar

Syrsornas storlek uppskattades fyra gånger med en veckas mellanrum. Tillväxtmätningarna gjordes på ett förenklat sätt för att minimera hanterande av individerna. Ett papper med rutor (5 x 5 mm) användes som referensmått och placerades under varje låda innehållande individer. Genom att lådornas botten var transparent kunde individernas storlek uppskattas mot rutornas storlek. Syrsornas mättes från cephalon (huvudet) till abdomen (bakkroppen) enligt figur 1.



*Figur 1. Illustration över en syrsa där de röda markeringarna (på huvudet och bakkroppen) visar från vilka punkter syrsornas storlek uppskattades (mätning 0–3) och mättes (mätning 4).*

I lådorna 1–30 ( $n = 1$ ) mättes den ensamma individen, i lådorna 31–50 ( $n = 2$ ) noterades båda individernas storlek och ett medelvärde uppskattades, och i burkarna 51–60 ( $n = 4$ ) mättes den individ som bedömdes vara medelstor av de individer som var i lådan. Efter den fjärde mätningen frystes syrsorna i sina lådor. Över två dagar mättes samtliga individer med ett digitalt skjutmått som avläser storleken på hundradels millimeter. Mätningen gjordes på samma sätt som vid de tidigare mätningarna, dvs att syrsans storlek mättes från huvudets främsta del till bakkroppens yttersta punkt.

Mortaliteten mättes genom att antal individer levande i varje låda vid varje mättillfälle noterades. Exakt dag när individen hade dött kunde inte bedömas utan dag för observationen användes som mortalitetsdag.

## 2.3. Analys

All insamlade mätdata analyserades i R (Version 3.6.2) och paketet lme4. En generaliserad linjär modell användes för att undersöka om storlek och tillväxthastighet påverkades av antal individer som utvecklades tillsammans. Individernas startstorlek inkluderades i modellerna eftersom det varierade. För analyserna av data från mätning 4 användes 'låda' som en 'random faktor' eftersom data från flera individer från samma burk inkluderades i analysen.

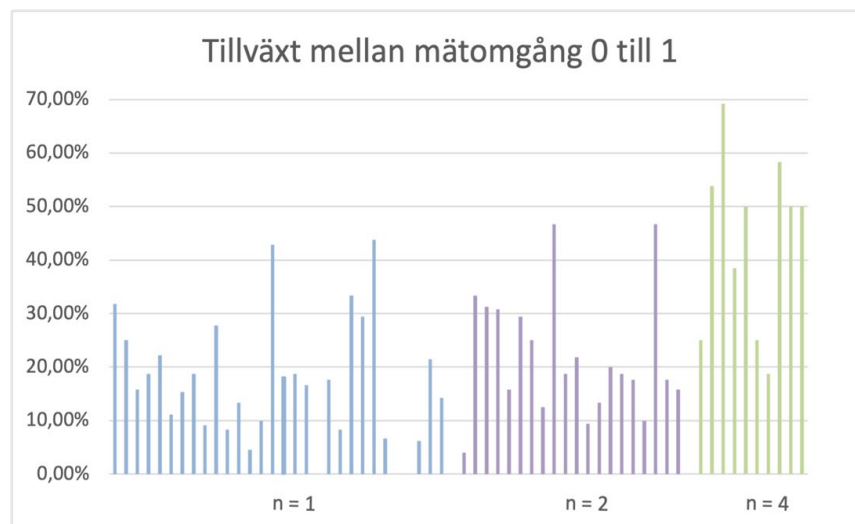
## 3. Resultat

### 3.1. Tillväxt

Individerna ökade i storlek mellan mätningarna. Mellan mätomgång 0 och 1 skedde en signifikant storleksökning hos nymfarna i kategori n = 4 jämfört med de som var ensam i sin låda ( $p < 0,001$ ; tabell 1). I denna mätning hade de individer som var större vid start en mindre tillväxtökning ( $p < 0,01$ ; tabell 1; figur 2).

Tabell 1. Resultat från mätning 1 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers tillväxt från snart.

	Koefficient	SE	t	p
Intercept	0,381	0,096	3,986	<0,001
Storlek 0	-0,025	0,011	-2,211	<0,05
n = 2	0,047	0,035	1,352	n.s.
n = 4	0,225	0,047	4,804	<0,001



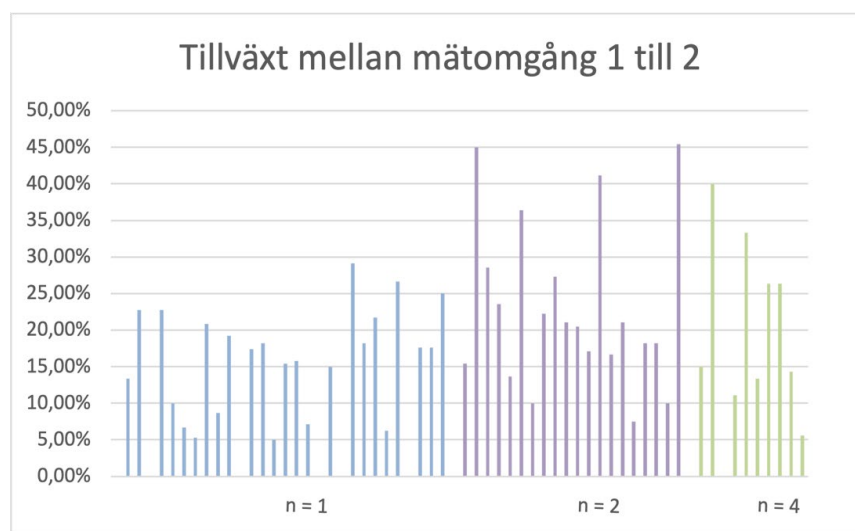
Figur 2. Tillväxt i procent vid mätning 1 hos de individer som utvecklades i lådor ensamma, med en annan individ eller med tre andra individer.



Vid mätning 2 var tillväxten hos individer högre i de som utvecklades två tillsammans jämfört med de syrsor som utvecklades ensamma ( $p < 0,01$ ; tabell 2; figur 3)

Tabell 2. Resultat från mätning 2 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers tillväxt mellan mätning 1 och 2.

	Koefficient	SE	t	p
Intercept	0,104	0,086	1,211	<0,05
Storlek 0	0,004	0,010	0,402	n.s.
n = 2	0,092	0,030	3,023	<0,01
n = 4	0,053	0,041	1,272	n.s.

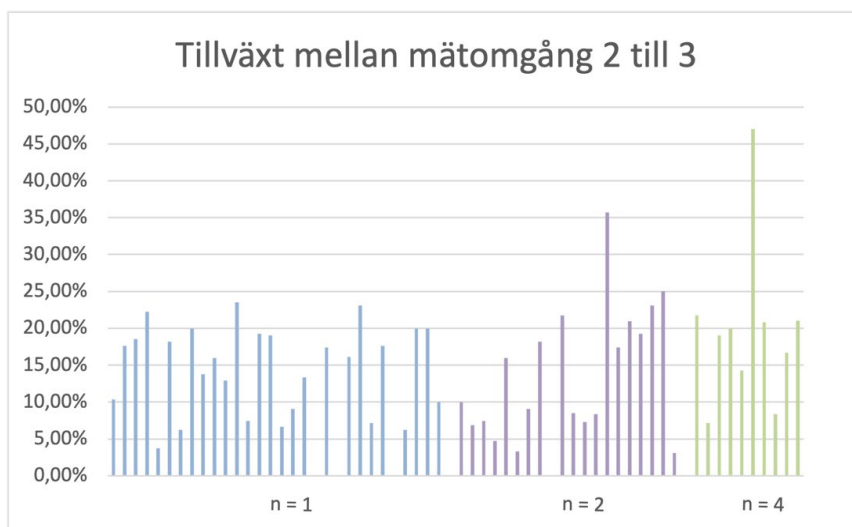


Figur 3. Tillväxt i procent vid mätning 2 hos de individer som utvecklades i lådor ensamma, med en annan individ eller med tre andra individer.

Vid mätning 3 fanns inga skillnader mellan de olika grupperna i individernas tillväxt (tabell 3; figur 4)

Tabell 3. Resultat från mätning 3 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers tillväxt mellan mätning 2 och 3.

	Koefficient	SE	t	p
Intercept	0,153	0,07	2,189	<0,05
Storlek 0	-0,001	0,008	-0,176	n.s.
n = 2	-0,009	0,025	-0,347	n.s.
n = 4	0,053	0,034	1,567	n.s.



Figur 4. Tillväxt i procent vid mätning 3 hos de individer som utvecklades i lådor ensamma, med en annan individ eller med tre andra individer.

## 3.2. Individstorlek

Storleken av individer som utvecklades ensamma eller med andra visade på skillnader i en del av mätningarna. Vid mätning 1 var de individer som utvecklades 4 stycken tillsammans i en låda signifikant större än de som utvecklades ensamma när effekten av gruppernas olika startstorlek var kontrollerat för ( $p < 0,001$ ; tabell 4, 5; figur 5).

Tabell 4. Medelvärden av storlekarna hos individer vid mätning 0–4 i de tre kategorierna.

Mätomgång	Medelstorlek (mm)		
	n = 1	n = 2	n = 4
0	8,271	8,35	6,75
1	9,672	10,1	9,65
2	11,143	12,413	11,4
3	12,714	13,988	13,5
4	13,497	14,737	14,712

Tabell 5. Resultat från mätning 1 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers storlek.

	Koefficient	SE	t	p
Intercept	1,810	0,753	2,403	<0,05
Storlek 0	0,952	0,089	10,726	<0,001
n = 2	0,341	0,273	1,25	n.s.
n = 4	1,414	0,369	3,833	<0,001

Vid mätning 2 var individerna från båda grupperna signifikant större än de syrsor som var ensamma ( $p < 0,01$  för  $n = 2$  och för  $n = 4$ ; tabell 6).

Tabell 6. Resultat från mätning 2 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers storlek.

	Koefficient	SE	t	p
Intercept	1,906	1,297	1,47	n.s.
Storlek 0	1,108	0,152	7,312	<0,001
n = 2	1,258	0,457	2,752	<0,01
n = 4	2,018	0,623	3,236	<0,01

I den tredje mätningen fanns en signifikant skillnad i storlek mellan ensamma syrsor och syrsor i kategori  $n = 2$  respektive  $n = 4$ . Grupperna om fyra syrsor visade en signifikant större tillväxt jämfört med de individer som hölls två tillsammans ( $p < 0,001$  för  $n = 4$ ;  $p < 0,01$  för  $n = 2$ ; tabell 7).

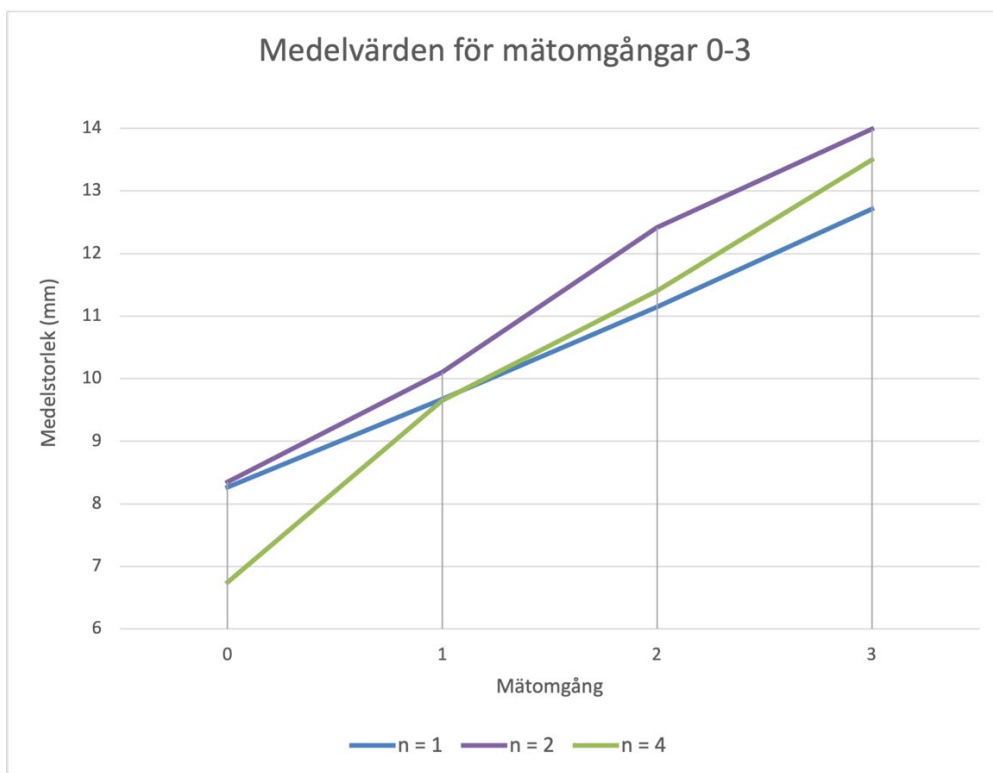
Tabell 7. Resultat från mätning 3 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers storlek.

	Koefficient	SE	t	p
Intercept	2,384	1,333	1,789	n.s.
Storlek 0	1,239	0,156	7,958	<0,001
n = 2	1,26	0,47	2,683	<0,01
n = 4	2,754	0,641	4,299	<0,001

Analysen av data från den fjärde mätningen visade ingen signifikant skillnad i storlekar mellan någon av grupperna (tabell 8).

Tabell 8. Resultat från mätning 4 med användande av en generaliserad linjär modell för att analysera individers storlek.

	Koefficient	SE	t	P
Intercept	13,497	0,519	26,001	<0,001
n = 2	1,24	0,684	1,813	>0,05
n = 4	1,215	0,701	1,734	>0,05



Figur 5. Medelvärden för individers storlek i varje kategori och vid mätomgångarna 0–3.

### 3.3. Mortalitet

På grund av att det inte fanns tillräcklig mängd data kunde inte mortalitet statistiskt analyseras. I tabell 9 kan man se att i kategori 4 dog högst andel av syrsorna (totalt 6 individer, vilket är 15 % av alla individer i den kategorin). Det var ingen stor skillnad i andelen döda mellan kategori n = 1 och n = 2 (tabell 9).

*Tabell 9. Antal döda individer i de olika kategorierna vid mätning 1–3, samt procent av döda individer i varje kategori*

Mätomgång	Antal döda individer		
	n = 1	n = 2	n = 4
1	1	1	3
2	1	0	1
3	0	1	2
Anmj (%)	6,67%	5%	15%

## 4. Diskussion

Resultaten från analyserna visade att syrsorna i kategori  $n = 4$  blev störst i relation till sin startstorlek när de mättes vid de tre första omgångarna. Denna kategori hade även en signifikant större tillväxt mellan de första mätningarna. Analyserna av storlekarna visar en positiv korrelation mellan gruppstorlek och tillväxt hos båda grupperna med fler individer än en, men det är särskilt tydligt hos kategorin med fyra individer. Om man bara ser till ökad tillväxt och storlek hos syrsorna för denna period i deras utveckling är en grupp om fyra individer mer optimal än mindre grupper. Resultaten från studien stämmer väl överens med Chauvin's (1958) tidigare beskrivning av grupp-effekten hos insekter in, samt det som har setts i tidigare studier (Watler 1982; McFarlane & Alli 1985; Allen 2010).

Även då mortalitet inte kunde analyseras på grund av för lite data, kan man se att högst andel av syrsorna dog i kategori  $n = 4$ . Dödsorsakerna är inte kända, men de kan exempelvis ha berott på skador som kan ha uppstått när nymferna hanterades, även då inga var synliga under arbetets gång. Det kan också ha berott på brist av vatten och mat eftersom de periodvis oförutsett hamnade på låga nivåer.

Vikten av populationsdensitet är något som inte inkluderades i den här studien, men utifrån andra studier kan man dra slutsatser om hur det påverkar antalet individer som kan gå tillsammans och uppvisa en grupp-effekt. Chauvin (1958) fann en grupp-effekt i grupper om 2 och 3 hussysror, som hölls i behållare som var  $30 \text{ cm}^3$  och  $75 \text{ cm}^3$ . I en studie av McFarlane (1962) skedde en snabbare tillväxt i grupper om tio hussysror, vilka hölls i  $473 \text{ cm}^3$  stora behållare. Anledningen till att McFarlanes (1962) resultat skiljer sig från Chauvins (1958) är troligtvis på grund av att hans behållare var större. I den här studien var den största gruppstorleken 4 hussysror, och behållarna rymde  $600 \text{ cm}^3$ . Det borde alltså varit möjligt att se en grupp-effekt bland syrsor hållna i större grupper i den här studien.

Innan syrsorna som ingick i det här arbetet fördelades i sina "behållare" gick de i grupp med sina respektive populationer. Temporär grupphållning kan förbättra tillväxten permanent hos hussysror (Watler 1982). Resultaten kan därför ha blivit annorlunda om syrsorna hölls i studiens tre olika kategorier ( $n = 1$ ,  $n = 2$  och  $n = 4$ ) från när de kläcktes. Hade det gjorts borde syrsorna som gick själva ha en ännu långsammare tillväxt och mindre individstorlek än i den här studien. Skillnaderna i

storlek och tillväxt bland syrsorna i de två grupperna ( $n = 2$  och  $n = 4$ ) borde också varit större.

Av syrsorna i kategori  $n = 4$  uppskattades en individs storlek i mätomgångarna 0–3. Om alla ingående individers storlekar uppskattades i den kategorin under mätomgångarna 0–3 kunde ett mer exakt resultat erhållits från analyserna av tillväxt och storlek. Det var även svårt att försäkra att samma individ mättes vid varje omgång eftersom den inte fick någon märkning. Ett flertal syrsor dog i kategorin  $n = 4$ , och det är möjligt att vissa av dem var individer vars storlekar uppskattades i tidigare mätomgångar.

Det behövs mer forskning för att hitta den optimala densiteten och gruppstorleken som hussyrsan kan hållas i. Hur detta påverkar mortalitet är också viktigt att studera vidare. McFarlane (1962) fann i en studie om grupp-effekter ingen förändring i mortaliteten i hussyrsor som hölls i grupp jämfört med när de gick själva. I en studie av Gutiérrez m.fl. (2020) var dock mortaliteten högre bland syrsor som hölls i grupp. I det här arbetet dog flest hussyrsor som hölls i grupper om fyra individer. Eftersom dödsorsakerna inte undersöktes går det inte att koppla dödstalen på ett säkert sätt med en ökad gruppstorlek. Det som vi ser från resultaten är trots det att för att uppnå en bra produktion av friska djur bör man väga in både deras tillväxt och mortalitet.



## 5. Slutsats

Resultaten visar en signifikant ökning i storlek i tidiga utvecklingsstadium hos hussysror som går i grupper om fyra än i mindre grupper. Tidigare forskning har visat att det är möjligt att hålla ännu fler individer tillsammans. Studier om populationsdensitet och mortalitet är viktiga för framtida produktion av hussysror som livsmedel för människor.

## 6. Referenser

Allen, P.E. (2010). Group size effects on survivorship and adult development in the gregarious larvae of *Euselasia chrysippe* (Lepidoptera, Riodinidae). *Insectes Sociaux*, 57 (2), 199–204. <https://doi.org/10.1007/s00040-010-0068-3>

Berggren, Å., Jansson, A. & Low, M. (2018). Using current systems to inform rearing facility design in the insect-as-food industry. *Journal of Insects as Food and Feed*, 4 (3), 167–170. <https://doi.org/10.3920/JIFF2017.0076>

Berggren, Å., Jansson, A. & Low, M. (2019). Approaching Ecological Sustainability in the Emerging Insects-as-Food Industry. *Trends in Ecology & Evolution*, 34 (2), 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.11.005>

Chauvin, R. (1958). L'action du groupement sur la croissance des grillons (*Gryllulus domesticus*). *Journal of Insect Physiology*, 2 (4), 235–248. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(58\)90010-6](https://doi.org/10.1016/0022-1910(58)90010-6)

Dakshayani, K. & Mathad, S.B. (1973). A comparative study of growth, development and survival of the cricket *Plebeiogryllus guttiventris* walker reared singly and in groups. *Experientia*, 29 (8), 978–979. <https://doi.org/10.1007/BF01930414>

Gratwicke, B. (2010). *Acheta domesticus* L. [photo]. <https://www.flickr.com/photos/briangratwicke/4568621526/> [2021-05-25]

Gutiérrez, Y., Fresch, M., Ott, D., Brockmeyer, J. & Scherber, C. (2020). Diet composition and social environment determine food consumption, phenotype and fecundity in an omnivorous insect. *Royal Society Open Science*, 7 (4), 200100. <https://doi.org/10.1098/rsos.200100>

Huis, A. van & Tomberlin, J.K. (2017). *Insects as Food and Feed: From Production to Consumption*. Wageningen Academic Publishers.

McFarlane, J.E. (1962). A COMPARISON OF THE GROWTH OF THE HOUSE CRICKET (ORTHOPTERA:GRYLLIDAE) REARED SINGLY AND IN GROUPS. *Canadian Journal of Zoology*, 40 (4), 559–560. <https://doi.org/10.1139/z62-048>

McFarlane, J.E. & Alli, I. (1985). Influence of sex and dietary fat on the group effect in larvae of *Acheta domesticus* (L.). *Journal of Insect Physiology*, 31 (5), 379–382. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(85\)90081-2](https://doi.org/10.1016/0022-1910(85)90081-2)

Oonincx, D.G.A.B., Itterbeeck, J. van, Heetkamp, M.J.W., Brand, H. van den, Loon, J.J.A. van & Huis, A. van (2010). An Exploration on Greenhouse Gas and

Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption. *PLOS ONE*, 5 (12), e14445. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014445>

Peters, T.M. & Barbosa, P. (1977). Influence of Population Density on Size, Fecundity, and Developmental Rate of Insects in Culture. *Annual Review of Entomology*, 22 (1), 431–450. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.22.010177.002243>

Vaga, M., Berggren, Å. & Jansson, A. (2021). *Growth, survival and development of house crickets (Acheta domesticus) fed flowering plants.* [Tidskriftsartikel]. <https://pub.epsilon.slu.se/23124/> [2021-05-22]

Watler, D. (1982). Influence of social situation on food consumption and growth in nymphs of the house cricket, *Acheta domesticus*. *Physiological Entomology*, 7 (3), 343–350. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1982.tb00307.x>

Wharton, D.R.A., Lola, J.E. & Wharton, M.L. (1968). Growth factors and population density in the American cockroach, *Periplaneta americana*. *Journal of Insect Physiology*, 14 (5), 637–653. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(68\)90224-2](https://doi.org/10.1016/0022-1910(68)90224-2)

# Bilaga 1

Tabell 10. Uppsättningen av syrsorna från fem populationer i de olika kategorierna ( $n = 1$ ;  $n = 2$ ;  $n = 4$ ).

Burk	Antal individer	PopM	PopV	PopH	PopK	PopN
1	1	1				
2	1	1				
3	1	1				
4	1	1				
5	1	1				
6	1	1				
7	1		1			
8	1		1			
9	1		1			
10	1		1			
11	1		1			
12	1		1			
13	1			(Lab) 1		
14	1			(Lab) 1		
15	1			(Lab) 1		
16	1			(Lab) 1		
17	1			(Lab) 1		
18	1			(Lab) 1		
19	1				1	
20	1				(Lab) 1	
21	1				1	
22	1				1	
23	1				1	
24	1				1	
25	1					1
26	1					1
27	1					1
28	1					1

29	1					1
30	1					1
31	2	1	1			
32	2	1		1		
33	2	1			1	
34	2	1				1
35	2		1	1		
36	2		1		1	
37	2		1			1
38	2			1	1	
39	2			1		1
40	2				1	1
41	2	1	1			
42	2	1		1		
43	2	1			1	
44	2	1				1
45	2		1	1		
46	2		1		1	
47	2		1			1
48	2			1	1	
49	2			1		1
50	2				1	1
51	4	1	1	1	1	
52	4		1	1	1	1
53	4	1		1	1	1
54	4	1	1		1	1
55	4	1	1	1		1
56	4	1	1	1	1	
57	4		1	1	1	1
58	4	1		1	1	1
59	4	1	1		1	1
60	4	1	1	1		1