

INSEKTLARVER SOM PROTEINFÔR TIL FISK OG HUSDYR

Atle Wibe¹, Liv Solemdal¹, Reidun Pommeresche¹,
Janne Kristin Stangeland² og Ola Ween²



¹Norsk senter for økologisk landbruk

²Møreforskning AS

TITTEL/TITLE

INSEKTLARVER SOM PROTEINFÔR TIL FISK OG HUSDYR

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

ATLE WIBE, LIV SOLEMDAL, REIDUN POMMERESCHE, JANNE KRISTIN STANGELAND, OLA WEEN

DATO/ DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/ AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./ PROJECT NO.:	SAKSNR./ ARCHIVE NO.:
27.11.2017	NR 9/VOL 2/2017	ÅPEN	3026	ARKIVNR
ISBN-NR./ISBN-NO:	ISBN DIGITAL VERSJON/ ISBN DIGITAL VERSION:	ISSN-NR./ISSN-NO:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
ISBN NR 978-82-8202-044-2	VERSJON NR 1	ISSN NR	24	0

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

REGIONALE FORSKNINGSFOND MIDT-NORGE

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

KARI METTE ANDERSEN

STIKKORD/KEYWORDS:INSEKTLARVER, HUSFLUE, PROTEINFÔR, HUSDYR, FISK
INSECT LARVAE, HOUSEFLY, PROTEIN FEED, LIVESTOCK, FISH**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**FÔRPRODUKSJON
FEED PRODUCTION**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

I DETTE PROSJEKTET BLE DET GJENNOMFØRT ET DYRKNINGSFORSØK AV FLUELARVER FOR Å UNDERSØKE MULIGHETEN FOR Å BRUKE INSEKTPROTEINER SOM FÔR TIL FISK OG HUSDYR. LARVENE SOM BLE PRODUSERT BLE KJEMISK ANALYSERT FOR Å VURDERE LARVENES EGNETHET TIL FÔR. DET BLE OGSÅ GJENNOMFØRT EN MARKEDSUNDERSØKELSE BLANT FÔRPRODUSENTER OG HUSDYRBRUKERE FOR Å SE PÅ RESPONSEN FOR FÔRPRODUKTER LAGET AV INSEKTPROTEINER. DYRKNINGSFORSØKENE VISTE AT DET ER MULIG Å DYRKE FLUELARVER, MEN AT PROSESSEN MÅ OPTIMALISERES FOR AT DET IKKE SKAL BLI FOR ARBEIDSKREVENDE. KVALITETEN PÅ VEKSTSUBSTRATET FOR FLUELARVENE SER UT TIL Å VÆRE AVGJØRENDE FOR Å FÅ EN GOD LARVEVEKST. FLUELARVENE SER UT TIL Å INNEHOLDE TILFREDSTILLENDE MENGDE NÆRINGSSTOFFER FOR AT DET KAN BRUKES SOM FÔR TIL FISK OG HUSDYR. MARKEDSANALYSEN VISTE EN GENERELL POSITIV HOLDNING TIL BRUK AV INSEKTLARVER SOM INGREDIENS I FÔR OG FÔRPRODUKTER BLANT FÔRPRODUSENTER, FISKEOPPDRETTERE, HUSDYRPRODUSENTER OG REPRESENTANTER FRA MYNDIGHETER/FORVALTNING. DE VAR MEST POSITIVE TIL BRUK AV LARVER I FÔR TIL FISK.

IN THIS PROJECT, HOUSE FLY LARVAE WERE PRODUCED FOR POSSIBLE INGREDIENT IN FEED FOR FISH AND LIVESTOCK. CHEMICAL ANALYSES OF THE LARVAE SHOWED THAT THEY CONTAINED SATISFACTORY LEVELS OF NUTRIENTS. A SURVEY AMONG DIFFERENT STAKEHOLDERS SHOWED A POSITIVE ATTITUDE TO USE INSECT LARVAE FOR THIS PURPOSE. THE STAKEHOLDERS WERE MOST POSITIVE TO USE LARVAE IN FEED FOR FISH.

LAND/COUNTRY:

NORGE

FYLKE/COUNTY:


MØRE OG ROMSDAL

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

TINGVOLL

STED/LOKALITET:

TINGVOLL GARD

GODKJENT /APPROVED

NAVN / NAME

PROSJEKTLERER /PROJECT LEADER

NAVN / NAME

Forord

I den senere tid er det blitt et større fokus på muligheten for å utnytte insekter som proteinkilde til mat for mennesker og fôr til fisk og husdyr. Dette skyldes at behovet for proteiner er ventet å øke med en global befolkningsvekst og man vil prøve ut nye metoder for å produsere bærekraftig lokal mat og fôr for å gjøre seg mindre avhengig av import.

Denne rapporten omhandler gjennomføring og resultater av et prosjekt hvor man ville prøve ut mulighetene for å dyrke insektlarver under norske betingelser, vurdere kvaliteten på larvene som mulig fôrtilsetning og undersøke responsen hos både fôrprodusenter og husdyrbrukere.

NORSØK var prosjekteier med Atle Wibe som prosjektleder og prosjektet ble gjennomført i samarbeid med MØREFORSKING AS v/Ola Ween. Dyrkningsforsøkene av insektlarvene ble gjennomført i NORSØK sine lokaler på Tingvoll gard, Tingvoll. De kjemiske analysene ble gjennomført ved MØREFORSKING AS, avd. Ålesund og av EUROFINS.

Viktig kontaktperson for prosjektet har vært Elaine Fitches (University of Durham, UK). Hun var koordinator for EU-prosjektet PROteINSECT (2013-2016), et prosjekt som også hadde fokus på dyrking av fluelarver til samme formål.

Regionale Forskningsfond Midt-Norge (RFF-MIDT) gav økonomisk støtte til prosjektet gjennom midler avsatt til «Regionalt prosjekt med kvalifiseringsstøtte», prosjekttittel «Insektlarver som fôr til fisk og husdyr» prosjektnr. 249091.

Reidun Pommeresche, NORSØK, har bidratt til dyrkningsforsøkene, Janne Kristin Stangeland, MØREFORSKING AS, har bidratt til de kjemiske analysene og Liv Solemdal, NORSØK, har bidratt til markedsundersøkelsen.

NORSØK takker alle som har bidratt i gjennomføringen av prosjektet og RFF-MIDT for finansiering av prosjektet.

Tingvoll – 27.11.2017

Turid Strøm

Daglig leder
NORSØK

Innhold

Forord.....	3
Innhold	4
Innledning	5
Dyrking av fluelarver	7
Metode	7
<i>Innsamling og hold av fluer</i>	7
<i>Eggleggingskåler</i>	7
<i>Vekstsubstrat</i>	8
<i>Larvebakker</i>	9
<i>Dyrkingsrutiner</i>	9
Diskusjon.....	11
Kjemiske analyser.....	12
Metoder	12
Resultater.....	13
Diskusjon.....	17
Markedsundersøkelse.....	18
Metode	18
Resultater.....	18
Diskusjon.....	21
Konklusjoner	22
Litteraturreferanser	23

Innledning

Innen 2050 er det forventet at det finnes 9 milliarder mennesker på jorda. Det vil føre til at mat- og fôrbehovet vil øke med 70%, noe som vil gi et større press på landbruket (FAO, 2009). Det er særlig forventet et større behov i utviklingsland der det er et skifte mot matvaner som er assosiert med rask urbanisering og økonomisk vekst. I tillegg utgjør produksjon av husdyr allerede et sterkt press på bruk av landarealer og vannforbruk, og stor andel av proteinføret kommer fra ikke bærekraftige og miljøødeleggende kilder (Bartley et al, 2009). For å møte disse store utfordringene med å sikre matsikkerhet for fremtiden, er det nødvendig å finne nye bærekraftige proteinkilder, både for menneskeføde og dyrefôr.

Proteiner fra insekter representerer en mulig løsning. Det er flere kvaliteter med insekter, spesielt fluelarver, som gjør de egnet til dyrefôr. Fluer er allerede en naturlig matkilde for griser, høns og mange fiskearter. I tillegg har insekter generelt et høyt proteininnhold og er rike på andre fordelaktige næringsstoffer som fett, mineraler og vitaminer (Rumpold & Schluter, 2013).

I mange deler av verden, blant annet Asia, Afrika og Latin-Amerika, er bruk av insekter til både menneskeføde og husdyrfôr vanlig. Det anslås at minst 2 milliarder mennesker over hele verden spiser insekter som en del av deres vanlige diett (FAO, 2009). Globalt er de mest brukte insektene voksne biller etterfulgt av larver og hymenoptera (bier, veps og maur). Fluer blir også konsumert i noen regioner, men i mindre grad (Jongema, 2012). Vanligvis blir disse insektene enten høstet i naturen eller dyrket i liten skala. I Europa er bruk av insekter til dette formålet lite brukt.

En rekke vitenskapelige studier har vist at fluelarver er anvendelig som fôr til en rekke ulike husdyrarter. Ved å tilsette flueprotein i føret til kylling (Hwangbo et al, 2009), griser (Newton et al, 1977) og ulike fiskearter (St-Hilaire et al, 2007; Sheppard et al, 2008) har det gitt god tilvekst. Men for å komme fra småskalaproduksjon av fôr laget av insekter til at det blir en vesentlig del av proteinføret til husdyr er det nødvendig å utvikle og forbedre produksjonsmetoden. Dette er det flere selskaper som har tatt tak i og vi finner flere produsenter blant annet i Europa. I tillegg er det en del forskning på området deriblant ved Århus Universitet, Danmark, der de i 2017 har startet opp prosjektet «inVALUABLE». I dette prosjektet vil de se på muligheten å utvikle et industriprodukt av melormer som kan brukes til fôr til fisk og husdyr eller føde for mennesker. Også i Norge blir det forsket på potensielt i bruk av insekter i fiskefôr. Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) og Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) og har i 2017 startet prosjektet ENTOFØR for å se på mulighet å bruk organisk avfall som substrat for insektlarver. Larvene vil da kunne bli et proteinrikt fôr for oppdrettsnæringen. I tillegg har Møreforskning samarbeidet med NorInsect AS i Stordal for å teste ut tang og tare som egnet substrat for dyrking av melbiller som proteinkilde til fiskefôr.

Et hinder for å bruke insektproteiner som fôr til fisk og husdyr har vært lovverket. Imidlertid åpnet EU-kommisjonen for å bruke insektproteiner i fôr til fisk og kjæledyr fra juli 2017 (Regulation (EU) N° 2017/893). I Norge jobber Mattilsynet med lignede godkjenning. En forutsetning for å bruke insekter til fôr er at insektene ikke skal ha negativ innvirkning på plante- eller dyrehelse eller folkehelse. De må heller ikke være bærere av sykdommer som kan ramme planter, dyr eller mennesker eller ha annen negativ miljøeffekt hvis de skulle komme ut i naturen. For at insektproteiner skal kunne brukes til dette formålet er det bestemt at det skal komme fra spesifikke insektarter. De artene er svart soldatflue (*Hermetia illucens*), melbiller (*Tenebrio molitor* og *Alphitobius diaperinus*), sirisser (*Acheta domesticus*, *Gryllobates sigillatus* og *Gryllus assimilis*) og husflue (*Musca domestica*). En annen forutsetning er at substratet insektene lever i ikke skal inneholde gjødsel eller slam, kjøkken- og matavfall eller prosesserte animalske proteiner, med unntak av fiskemel og blodmel fra ikke-drøvtygger.

Før denne lovbestemmelsen kom på plass ble det gjennomført et større EU-prosjekt (2013-2016) med fokus på produksjon av insektlarver og bruk av husfluer og svart soldatflue. I dette prosjektet kalt «PROteINSECT – Insects as Sustainable Source of Protein» ville de blant annet utvikle og optimalisere dyrkningsmetodene av fluelarver ved bruk av husdyrgjødsel til vekstsubstrat for både små- og storskalaproduksjon. Prosjektet ble ledet og koordinert av Dr. Elaine Fitches, Fera Science Ltd, UK.

Svart soldatflue finnes rundt om i hele verden fra tropiske til den tempererte sonen. Denne arten er kjent for å være godt egnet for produksjon av insektproteiner. Men for å holde en optimal produksjon kreves det at fluene holdes i drivhus for å få mest mulig sollys som fremmer formeringen og en at lufttemperatur er på rund 30°C. Husfluer er derimot mindre lyskrevende og trenger ikke like høy temperatur for å produsere larver som soldatfluer. De er tilpasset et mer kjølig klima og er utbredt over hele Norge.

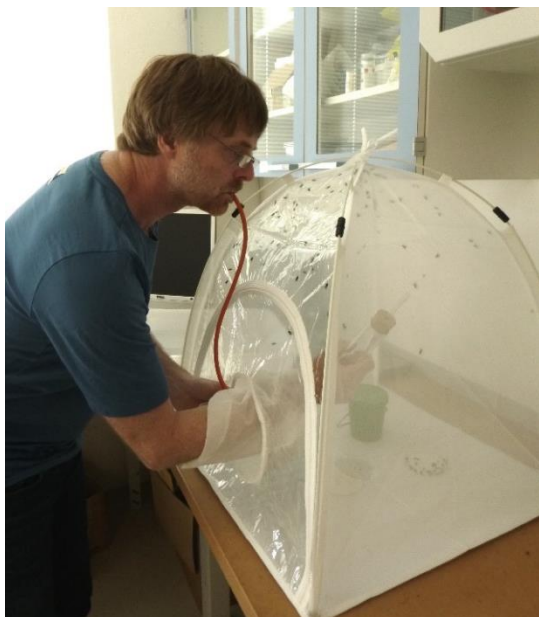
Dette prosjektet har hatt fokus på produksjon av insektlarver fra husflue (*M. domestica*) siden denne arten finnes naturlig i Norge og at prosjektet PROteINSECT kunne bidra med kunnskap og erfaring om hvordan man etablere en produksjon av fluelarver. Det ble valgt å teste ulike typer husdyrgjødsel som substrat for fluelarvene da det også i PROteINSECT ble benyttet husdyrgjødsel som vekstmedium. Disse beslutningene ble tatt før man var kjent med hvilke begrensninger EU-kommisjonen ville legge inn i sitt vedtak om bruk av insektproteiner til fôr for fisk og kjæledyr.

Dyrking av fluelarver

Metode

Innsamling og hold av fluer

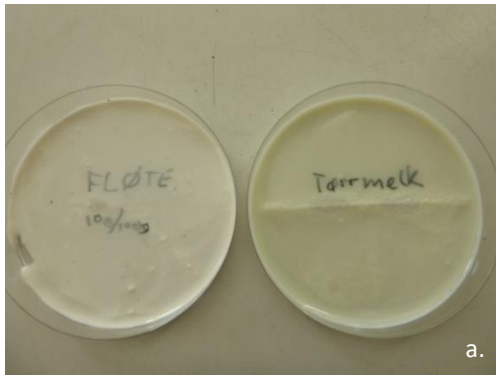
De første husfluene ble fanget i storfe fjøset på Åsprong gard, Tingvoll, 20. juni 2016. Disse ble ført inn i et insektbur som vist i bilde 1. Insektburene ble satt inn et temperert rom som holdt 17-25°C. Rommet var lysregulert med 16 timer dag og 8 timer natt. Til sammen var det 6 ulike insektbur som etter hvert ble benyttet for hold av levende fluer.



Bilde 1. Bildene viser hvordan husfluer ble holdt i insektbur anskaffet fra NHBS, UK.

Eggleggingsskåler

For å legge egg foretrekker fluene et fuktig bakterierikt substrat slik at nyklekte larver får rask tilgang til næring. Under dyrkningsforsøkene ble det testet og utviklet flere alternative eggleggingsskåler. I starten ble det benyttet petriskåler med filtrerpapir fuktet med surnet tørrmelk (bilde 2a). Det ble også forsøkt å bruke surnet fløte istedenfor tørrmelk. Fluene la egg i disse skålene men det ble aldri noen stor produksjon. Petriskålene ble så erstattet med aluminiumskåler (brukte leverposteiskåler). I disse skålene ble det lagt en svamp som var dekket med et tilpasset stykke absorberende husholdningsklut (bilde 2b). Skålene ble så fylt opp med kulturmelk uten ekstra syring. Fluene la så egg på klutene som etter en tid (ett til to døgn) ble lagt over i en bakk med vekstsubstrat. Eggene klekket på substratet og larvene kunne så ta til seg næring og vokse. Denne metoden fungerte rimelig bra. Det var imidlertid noe utfordrende å sikre at alle eggene ble med da klutene ble overført til larvebakkene. I tillegg ble det observert at i løpet av tiden fra de første eggene ble lagt i skålene til at ble tatt ut fra flueburene, kunne en del egg klekke og larver komme til syne. Disse larvene burde ideelt allerede vært i et annet substrat for å kunne ta til seg mer næring. For å imøtekomme denne utfordringen ble ny eggleggingsskål utviklet. I runde aluminiumskåler (100 ml) ble den ene halvparten fylt opp med fuktig husdyrgjødsel, den andre halvparten med kulturmelk (bilde 2c,d). Fluene la så egg i tilknytning til melka. Da eggene klekket krøp larvene over til gjødsel og kunne så ta til seg næring. Denne metoden gjorde at overføringen av egg og larver fra eggleggingsskålene til larvebakken ble enklere og sikret produksjon av larver.



Bilde 2a.-d. Eggleggingssåler a; petriskåler med filtrerpapir fuktet med syrnet fløte og tørrmelk, b; metallskål med svamp tildekket med husholdningsklut og fuktet med kulturmilk, c og d; metallskål med husdyrgjødsel og kulturmilk. Rød ring markere flueegg.

Vekstsubstrat

For å finne det mest egnede substratet for larveproduksjon ble flere substrater som silorester med gjødsel, storfe gjødsel og hønsegjødsel testet ut. I utgangspunktet ville vi gjerne bruke storfe gjødsel fra Tingvoll gard til vekstsubstrat for fluelarvene da det var lett tilgjengelig. Imidlertid fant vi det utfordrende å få tilstrekkelig produksjon av fluelarver ved bruk av dette substratet. Larven brukte lang tid før de nådde det siste utviklingstrinnet og produksjonen var lav. Det var også vanskelig å holde optimal fuktighet da det ofte dannet seg en skorpe på oversiden av storfe gjødsel. Ved bruk av silorest fikk vi ingen larveproduksjon. Etter en tid med mye feiling og prøving ble det erfart at det beste substratet var hønsegjødsel tilsatt vann som var godt rørt for å få jevn konsistens. Derfor ble det dette substratet valgt for å sikre en tilstrekkelig stor larveproduksjon både til

høsting og for at en del kunne få utvikle seg til pupper og nye voksne fluer. Det gjorde det mulig å opprettholde både larveproduksjonen og fluepopulasjonen. Hønsegjødsel ble skaffet fra en liten hønsegård på Tingvoll gard og eggprodusenten «Tuppen og Lillemor» i Sunndal kommune.

Bilde 3. Ulike vekstsubstrat. Fra venstre; hønsegjødsel (før tilsatt vann), storfe gjødsel, silorester med noe storfe gjødsel



Larvebakker

Plastbakker på 2,5 L ble fylt ca. 2 L med vekstsubstrat. Disse ble så satt opp i større bakker på 4,1 L (bilde 4). Larver som hadde nådd det tredje og siste utviklingstrinnet søkte tørrere omgivelser for å forpuppe seg. Larvene krøp da ut av larvebakken og ble de så liggende i den store oppsamlingsbakken. En del larver krøp under larvebakken og klistret seg fast til bunnen av larvebakken. Da ble det til dels utfordrende å få samlet opp larvene. Derfor ble det nedi oppsamlingsbakken lagt fem 3 cm høye treklosser for å skape en glipe mellom bakkene. Det hindret larvene å klistre seg til bunnen av larvebakken.



Bilde 4a,b. a: Larvebakk i en oppsamlingsbakk. b: Lyse fluelarver av det tredje utviklingstrinnet som har krøpet ut av larvebakken og blitt fanget opp av oppsamlingsbakken, og mørke insektpupper.

Dyrkingsrutiner

For å få fluene til å legge egg ble en eggleggingsskål med både kulturmelm og husdyrgjødsel satt inn i et insektbur med fluer. Om fluepopulasjonen var ung og sterk kunne eggleggingsskålen tas ut dagen etter med et stort antall egg. I løpet av det neste døgnet klekket eggene og larver av det første av tre utviklingsstadier kom til syne. Disse gravde seg ned i husdyrgjødsla i skåla og tok til seg næring. Om det var mange larver i skåla ble hele innholdet overført til en larvebakk etter et til to døgn. Om det var få larver fikk de utvikle seg i eggleggingskåla et eller to døgn til, før de ble overført til en larvebakk.

Fluelarvene fordelte seg i larvebakken og tok til seg næring. For å holde vekstsubstratet i larvebakken fuktig ble det dusjet med vann etter behov. Imidlertid kunne for høy fuktighet hemme veksten på larvene. I bakken utviklet larvene seg fra det første til andre og tredje larvestadiet. Da de nådde det siste stadiet krøp de fleste larvene ut av larvebakken og falt ned i oppsamlingsbakken. Larvene i oppsamlingsbakken kunne så høstes. Imidlertid var det noen larver som forpuppet seg før de ble høstet. Disse ble plukket ut. Også i larvebakken kunne noen larver forpuppet seg. Disse ble også plukket ut. Tid fra egglegging til første høsting av larver var på sju dager. Imidlertid var det stor variasjon i utviklingstiden på larvene. En del larver kunne bruke mer enn tre uker på å krype ut av larvebakken. I løpet av den tiden det tilført ny gjødsel for å sikre at de hadde næring. Fra en larvebakk i god produksjon krøp det ut vanligvis ut mellom 30 og 100 larver pr. døgn. I enkelte tilfeller kunne antallet overstige 300 larver i løpet av ett døgn. Noen ganger kunne også larver av det andre utviklingstrinnet krype ut av larvebakken og ned i oppsamlingsbakken. Disse ble tilbakeført til larvebakken for at de skulle vokse mer. Andre ganger forble larver av det tredje utviklingstrinnet i larvebakken uten å krype ut eller å forpuppe seg. Disse kunne ikke separeres fra vekstsubstratet.



Bilde 5. Daglig stell av fluepopulasjonen for uttak av egg og høsting larver.

Larvene som ble tatt ut av oppsamlingsbakken ble frosset ned umiddelbart etter høsting. Fra oppstart 20. juni til 26. november 2016 ble det høstet til sammen ca. 2 kg larver.

For å opprettholde fluepopulasjonen ble larver av det tredje stadiet og insektpupper lagt inn i tomme insektbur. Etter fem til syv dager fra forpupning klekket puppene og nye voksne fluer kom frem. Da var disse klare for å produsere flueegg. Voksne fluer levde opp til fem uker.



Bilde 6. Oppsett for fluelarvedyrking; insektbur for voksne fluer og larverbakker med vekstsubstrat for fluelarver. Lyset ble regulert med tidskontroll (16 t lys og 8 t mørke pr. døgn).

Diskusjon

For å kunne produsere fluelarver for fôrproduksjon må man ha en tilstrekkelig stor levedyktig populasjon av voksne fluer. Når man har det, kan man høste overskuddet av larver som ikke trengs for å opprettholde fluepopulasjonen. Det fordrer at man har egnede lokaler og gode dyrkningsrutiner. Dette prosjektet ble gjennomført i liten skala så mengden larver som ble produsert kunne ikke bidra i noen særlig grad til en eventuell fôrproduksjon. Det tok også en del tid før man fikk utviklet metoden og rutinene slik at man fikk en jevn produksjon av larver. En viktig faktor er å ha tilgang til et optimalt vekstsubstrat for larvene. Ved utprøving av ulike substrater gav hønsegjødsel det beste resultatet. Imidlertid er det sikkert mulig å forbedre vekstvilkårene for larvene.

Tidligere studie har vist at føden til insektlarvene er mikroorganismer som bakterien *Escherichia coli* (Levinson 1960). Disse er med å bryte ned organisk materiale og finnes i rikelig mengde i ubehandlet gjødsel. Det er derfor nærliggende å tro at en ubalanse i det mikrobiologiske miljøet kan være med å påvirke vekstbetingelsen for fluelarvene. Et vekstsubstrat med overvekt av mikroorganismer mindre egnet som føde for larvene kan dermed føre til dårligere vekst hos larvene selv om det totale bakterieinnholdet er høyt. Om mengden bakterier i et vekstsubstrat blir for lavt kan de også gi en lavere vekstrate til larvene. For å finne det optimale vekstsubstratet er det derfor viktig å kjenne mengden og typen levende bakterier i substratet. Levinson (1960) viste at den beste veksten hos larvene ble registrert da substratet inneholdt 9,6 vektprosent bakterier. Ved våre forsøk hadde vi ingen kontroll på mengden bakterier i vekstsubstratet, så den varierende vekstraten til larvene kan ha vært forårsaket ulik mengde og kvalitet av bakteriene i substratet.

Kjemiske analyser

For å kunne vurdere fluelarver som fôr ble det foretatt kjemisk analyser av larver fra egen produksjon. Analyser av mengde protein, fett, aske og tørrstoff og fettsyreprofil ble gjennomført ved MØREFORSKING AS og analyse av aminosyreprofil og mineralprofil ved EUROFINS.

Metoder

Protein

Proteininnholdet ble bestemt ved bruk av metoden beskrevet i *NMKL 6 - 4utg. 2003, Nitrogen. Bestemmelse i levnedsmidler og foderstoffer etter Kjeldahl*. Metoden bestemmer råprotein som er definert som summen av renprotein, aminosyrer, amider og aminer. Nitrogen i form av nitritt/nitrat vil ikke bli bestemt med denne metoden. Heterosyklisk nitrogen vil bli bestemt i varierende grad. Prøven oppsluttes med konsentrert svovelsyre ved tilstedeværelse av en katalysator, salt og varme. Nitrogenet i proteinenes peptidkjede blir da omdannet til ammoniumioner i sur løsning. Ammoniakken frigjøres ved tilsetning av natriumhydroksid og destilleres over i et forlag med borsyre tilsatt indikator. Ammoniakken reagerer med borsyren til NH_4^+ og H_2BO_3^- . Mengden dihydrogenboration (H_2BO_3^-) bestemmes så ved titrering med HCl. Proteininnholdet finnes ved å multiplisere nitrogeninnholdet med proteinfaktoren, som for kjøtt, fisk, m.v er beregnet til 6,25.

Fett

Fettinnholdet i larvene ble bestemt ved bruk at *NIFES metode nr. 091*. Metoden bestemmer innholdet av fett i organisk ekstraherbart materiale som næringsmidler, fôr, vev og vevsvæsker. Fett bestemmes gravitimetrisk etter homogenisering og ekstraksjon med en blanding av etylacetat og isopropanol.

Tørrstoff

Metode for bestemmelse av tørrstoff: *NMKL Method No.23, 3rd Ed, 1991 Moisture and ash, gravimetric determination in meat and meat products*. Prøven tørkes over natten i varmeskap til konstant vekt. Tørrstoffet bestemmes basert på vekt før og etter tørking.

Aske

Innholdet av aske ble bestemt ved bruk av metoden beskrevet i *NMKL Method No 173, 2.nd. Ed., 2005 Ash – gravimetric determination in food*. Her brukes prøvene fra tørrstoffmålingene, altså vannfrie prøver. Prøven foraskes i muffelovn ved 550 °C til alt karbon er forsvunnet (minimum 4 timer), askeinnholdet bestemmes så basert på vekt før og etter forasking.

Aminosyrer

Aminosyreinnholdet ble bestemt ved bruk av metoden *Dyrefôr - Bestemmelse av aminosyreinnhold ISO 13903:2005, EU 152/209 (F)*. Metoden involverer oksidering av enkelte, men ikke alle aminosyrer, etterfulgt av syrehydrolyse. Aminosyrene blir så separert og kvantifisert ved hjelp av ionebyttekromatografi.

Fettsyrer

Metoden som er brukt er: *AOCS Official Method Ce 1b-89, Reapproved 2009*. Denne metoden er utarbeidet for å bestemme fettsyresammensetningen av marine oljer og marine olje-estere som relative (areal %) verdier, og eicosapentaenoic acid (EPA) og doxosaheksaenoic acid (DHA) i absolutte verdier(mg/g) ved å bruke en bundet polyetylglycol stasjonær fase i en fleksibel silica kolonne. C23:0 fettsyren er brukt som intern standard. Metoden kan brukes ved analyse av marine oljer eller marine etyl eller metyl estere, kapsler med EPA og DHA og mindre, naturlig forekommende polyumettede fettsyrer. Andre fettsyrer er utregnet fra detektor korreksjonsfaktorer- teoretiske detektor korreksjonsfaktorer relativ til C23(IS).

Mineraler

Mineralinnholdet ble bestemt ved bruk av metoden *Vannundersøkelse - Bestemmelse av utvalgte elementer ved induktivt koblet plasma-optisk emisjonsspektrometrisk analyse ISO 11885, mod.*

Resultater

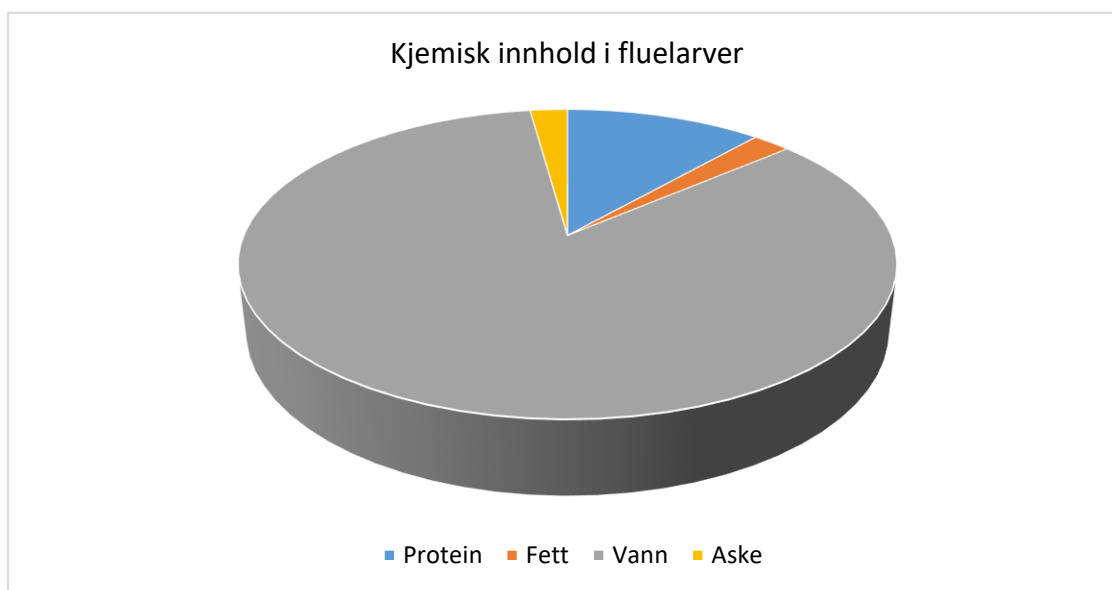
Resultatene fra de kjemiske analysene av egne larver (Larver_1) foreligger i tabell 1-5. og figur 1. I de fleste tabellen er resultatene sammenlignet med resultater fra Hussein et al. 2017 (Larver_2) som har foretatt lignede analyser av fluelarver av samme art. En vesentlig forskjell i dyrkningsmetodene mellom Larver_1 og Larver_2 er at ved egen produksjon ble det benyttet hønsegjødsel som vekstsubstrat for larvene mens Hussein et al. benyttet storfe gjødsel til samme formål. I tillegg er resultater sammenlignet med kjemisk analyser av fiskemel produsert av biprodukter fra torsk og sei (Ween et al. 2017).

Tabell 1. Kjemisk innhold i fluelarver fra egen produksjon (Larver_1) sammenlignet med analyser av fluelarver fra annen produksjon (Hussein et al. 2017) (Larver_2) og fiskemel (Ween et al. 2017)

	Larver_1 %	Larver_1 % TS-basis	Larver_2* % TS-basis	Fiskemel* % TS-basis
Protein	11,16	60,32	59,87	61,9
Fett	2,17	11,73	19,64	8,9
Aske	2,12	11,46	7,06	22,4
Tørrstoff	18,5			

TS-basis (tørrstoff-basis) er %-andel av alt tørrstoff ((g/g tørrstoff) x 100)

*Snittverdier fra flere målinger (sd utelatt)



Figur 1. Grafisk fremstilling av det kjemiske innholdet i fluelarver (Larver_1) før eventuell prosessering til fisk- eller husdyrfôr.

Tabell 2.. Prosentvis innhold av aminosyrer (AA) i fluelarver fra egen produksjon (Larver_1). Essensielle AA er merket med *.

Aminosyre (AA)	Bundne AA %	Frie AA %	Sum %
Alanin	0,739	0,213	0,952
Arginin	0,579	0,096	0,675
Asparaginsyre	1,020	0,011	1,031
Cystein	0,086	0,007	0,093
Glutaminsyre	1,520	0,247	1,767
Glysin	0,525	0,063	0,588
Histidin*	0,336	0,060	0,396
Hydroksyprolin	0,050	0,000	0,050
Isoleusin*	0,447	0,034	0,481
Leusin*	0,688	0,051	0,739
Lysin*	0,838	0,121	0,959
Metionin*	0,227	0,028	0,255
Ornitin	0,050	0,010	0,060
Phenylalanin*	0,553	0,088	0,641
Prolin	0,458	0,078	0,536
Serin	0,491	0,055	0,546
Taurin	0,000	0,040	0,040
Treonin*	0,496	0,061	0,557
Tryptofan*	0,134	0,010	0,144
Tyrosin	0,652	0,012	0,664
Valin*	0,499	0,060	0,559
Ikke-essensielle AA	6,170	0,832	7,002
Essensielle AA (*)	4,218	0,513	4,731
Totalt	10,388	1,345	11,733

Tabell 3. TS-basis (tørrstoff-basis) er %-andel av alt tørrstoff ((g/g tørrstoff) x 100) av fluelarver fra egen produksjon (Larver_1), fra fluelarver av samme art analysert av Hussein et al. 2017 (Larver_2) og fiskemel (Ween et al. 2017).

Aminosyre (AA)	Larver_1 % TS-basis	Larver_2* % TS-basis	Fiskemel* % TS-basis
Alanin	5,15	2,91	3,76
Arginin	3,65	3,17	4,00
Asparaginsyre	5,57	5,18	5,84
Cystein	0,50	0,78	0,55
Glutaminsyre	9,55	8,38	8,19
Glysin	3,18	2,22	4,56
Histidin*	2,14	1,59	1,38
Hydroksyprolin	0,27		
Isoleusin*	2,60	1,84	2,65
Leusin*	3,99	3,28	4,54
Lysin*	5,18	3,85	4,78
Metionin*	1,38	4,03	1,74
Ornitin	0,32		
Phenylalanin*	3,46	3,82	2,57
Prolin	2,90	2,49	2,85
Serin	2,95	2,50	2,99
Taurin	0,22	0,26	2,83
Treonin*	3,01	2,49	
Tryptofan*	0,78	0,69	0,70
Tyrosin	3,59	3,51	2,07
Valin*	3,02	2,59	3,00
Ikke-essensielle AA	37,85	31,40	37,64
Essensielle AA (*)	25,57	24,18	21,36
Totalt	63,42	55,58	59,00

*Snittverdier fra flere målinger (sd utelatt)

Tabell 4. Fettsyreprofil av fluelarver fra egen produksjon (Larver_1) ved bruk av hønsegjødsel som vekstsubstrat sammenlignet med analyser av fluelarver produsert i storfe gjødsel (Larver_2) (Hussein et al. 2017).

Fettsyrer	Larver_1		Larver_2	
	mg/g	SD	%#	%#
C8:0	0	0	0,00	-ii-
C10:0	0,2	0	0,02	-ii-
C12:0	2,8	0	0,31	-ii-
C13:0	0,9	0	0,10	1,56
C14:0	49,5	0,1	5,44	3,85
C14:1 n-5	10	0,1	1,10	2,03
C16:0	198	0,4	21,75	25,28
C16:1 n-7	182,7	0,2	20,07	33,31
C17:0	3,7	0	0,41	-ii-
C18:0	17,6	0	1,93	2,41
C18:1 n-7	8,9	0,1	0,98	-ii-
C18:1 n-9	215,3	0,1	23,65	22,22
C18:2 n-6	43,4	0,1	4,77	-nd-
C18:3 n-3*	10,1	0	1,11	-ii-
C18:4 n-3*	0,4	0	0,04	0,39
C20:0	0,2	0,1	0,02	-nd-
C20:1	0,3	0	0,03	-nd-
C20:2	0,2	0	0,02	-ii-
C20:3 n-3*	1,8	0	0,20	-ii-
C20:4 n-3*	0,1	0	0,01	-ii-
C20:4 n-6 (ARA)	0,5	0	0,05	0,05
C20:5 n-3 (EPA)*	1,6	0	0,18	-nd-
C21:0	5,1	0	0,56	-ii-
C21:5 n-3*	0	0	0,00	-ii-
C22:0	0,3	0,1	0,03	-ii-
C22:1 n-9	1,6	0	0,18	-ii-
C22:5 n-3 (DPA)*	0,1	0,1	0,01	-ii-
C22:6 n-3 (DHA)*	0,3	0	0,03	-nd-
C24:0	0,6	0	0,07	-ii-
C24:1	0,4	0,1	0,04	-ii-
Ukjent	153,8	0,7	16,89	-ii-
Sum	910,3			
Metta fettsyrer	278,9		36,86*	38,64
Enumetta fettsyrer	419,2		55,41*	57,50
Flerumetta fettsyrer	58,5		7,73*	3,86
Sum LC omega-3 PUFA**	14,4	0,7	1,58	0,95

- #: verdiene representerer prosent av fettsyrene

- *: beregnet som andel av identifiserte fettsyrer

- **: Langkjedede (LC) omega-3 flerumettede fettsyrer (PUFA)

- nd: verdier under 0,05

- ii: ingen informasjon

- Fettsyrer identifisert i Larver_2 men ikke i Larver_1 er utelatt

Tabell 5. Mineralinnholdet (mg/kg) i fluelarver fra egen produksjon (Larver_1). Verdien er omregnet til % TS-basis ((g/100g tørrstoff) x 100) for sammenligning med prøvene fra Hussein et al. 2017 (Larver_2).

Mineral	Larver_1	Larver_1	Larver_2
	mg/kg	% TS-basis	% TS-basis
Kalium	3000	1,62	1,27
Kalsium	3000	1,62	0,49
Magnesium	590	0,32	0,23
Sovet	1100	0,59	
Fosfor	3300	1,78	1,09

I studiet av Ween et al. 2017 ble fiskemelet ikke analysert for mineralinnhold. Imidlertid er det kjent fra andre studier (Toppe et al. 2007, Malde et al. 2010) at fiskemel har høyt nivå av kalsium og fosfor siden det inneholder en del oppmalt fiskebein.

Diskusjon

Proteiner og aminosyrer: For å kunne vurdere om fluelarver er godt egnet som fôr til fisk eller husdyr er protein kvantitet og kvalitet av største betydning. Proteinanalysene fra både egenproduserte larver (Larver_1) dyrket i hønsegjødsel og larver dyrket i storfegjødsel (Larver_2) (Hussein et al. 2017) bekrefter at fluelarver inneholder et høyt nivå av protein (60,3 og 59,9% hhv). Disse verdiene ligger på samme nivå som innholdet av protein i fiskemel fra biprodukter av torsk og sei (61,9%) (Ween et al. 2017). Hussein et al. (2017) analyserte i tillegg næringsinnholdet i husdyrgjødselen som ble brukt til substrat for larveproduksjon. Ved larvedyrkingen i husdyrgjødsel ble det organisk bundet nitrogenet redusert med 19,8%. Siden det meste av dette nitrogenet er bundet til protein ser det ut til at husdyrgjødsel og trolig hønsegjødsel inneholder tilstrekkelig mengde protein for at det ikke skal være noen begrensende faktor for larveutviklingen.

For å ha en god proteinkvalitet i et fôr bør man ha en balansert fordeling av de ulike aminosyrene. Analysene av Larver_1 og Larver_2 viser at det er ingen aminosyrer som mangler eller er av begrenset mengde for at fluelarver kan brukes til fôrprodukt for fisk eller husdyr. Ved sammenligning av to larveproduksjonene finner vi i Larver_1 større mengde av de essensielle aminosyrene (EAA) histidin, isoleusin, leusin, lysin, treonin, tryptofan og valin. Larver_2 inneholdt mer metionin og phenylalanin. Totalt inneholder både Larver_1 (25,6%) og Larver_2 (24,1%) mer EAA enn fiskemel (21,4%), noe som er et vesentlig moment i vurdering av fluelarvers egnethet som fôr til fisk og husdyr. For ikke-EAA innholdet Larver_1 (37,9%) samme mengde som fiskemel (37,6%) mens Larver_2 (31,4%) inneholdt noe mindre mengde av denne type aminosyrer.

Disse resultatene indikerer at aminosyresammensetningen i fluelarver er velbalansert og bruk av insektlarver i fôr til fisk eller husdyr ikke krever noe supplement med hensyn på protein.

Fett og fettsyrer: Fettinnholdet i de egenproduserte larvene (11,7%) dyrket i hønsegjødsel var noe lavere enn i larvene (19,6%) som ble dyrket i husdyrgjødsel. Imidlertid inneholdt larvene fra begge produksjonene mer fett enn fiskemelet (8,9%). Sammensetningen av fettsyrene er av betydning for å vurdere kvaliteten til et fôrprodukt. Det er forskjell mellom mengden flerumettede fettsyrer i larver dyrket i hønsegjødsel, sammenlignet med larver dyrket i storfegjødsel. Larver_1 (7,73%) hadde dobbelt så mye flerumettede enn Larver_2 (3,86%), mens for metta og enumetta fettsyrer var det liten forskjell. For omega-3-flerumettede fettsyrer var det 1,7 ganger mer i Larver_1 (1,58%) enn i Larver_2 (0,95%). Hussein et al. (2017) gjorde et forsøk med å øke omega-3 innholdet i storfegjødsel som ble brukt til vekstsubstrat for fluelarver ved å tilsette fiskeolje. Det førte til en økning av andelen flerumettede fettsyrer i larvene fra 3,9% til 16,1%.

Mineraler: Fluelarvene som ble dyrket på hønsegjødsel (Larver_1) inneholdt noe høyere verdier av ulike mineraler enn larvene dyrket i storfegjødsel (Larver_2). Mengden kalsium var 3,3 ganger høyere og fosformengden 1,9 ganger høyere. Fosfor er et mineral som fisk må få tatt opp gjennom maten, sammenlignet med kalsium som blir tatt direkte opp fra vannet. Kommersielt fiskefôr er ofte basert på fiskemel og inneholder derfor store mengder fosfor. Ved fôring av fisk blir mye av dette mineralet ikke unyttet av fisken og blir ført ut i vannmassen slik at det kan ha en negativ påvirkning på miljøet (Wiesmann et al. 1988). Det gjør at bruk av fluelarver i fôret kan redusere utslippene av fosfor og på samme tid tilfredsstille proteinbehovet til fisken.

Markedsundersøkelse

Metode

For å undersøke folks holdninger til bruk av fluelarver i fôr og fôrprodukter ble det gjennomført en spørreundersøkelse blant markedsaktører. Målgruppen for undersøkelsen var fôrprodusenter, fiskeoppdrettere, husdyrprodusenter og representanter fra myndigheter/forvaltning. Spørreskjemaet for undersøkelsen inneholdt 20 spørsmål og ble utformet ved hjelp av programmet EasyQuest. De fleste spørsmålene var avkryssing av typen hvor enig/uenig er du i følgende påstand; med tre alternativer (enig, vet ikke, uenig) eller hva er din holdning til et bestemt utsagn med fem alternatnative svar (fra veldig positiv til veldig negativ). På to av spørsmålene var det i tillegg til avkryssing mulig å gi et mer utfyllende svar. Det siste spørsmålet var et åpent spørsmål der respondentene kunne skrive inn andre argumenter som ikke var tatt opp ellers i undersøkelsen.

Det ble oppgitt følgende forutsetninger: «Larvene har vokst på et tillatt substrat og at larvene er prosessert; det vil si at det er ikke snakk om å føre med levende larver. Undersøkelsen ønsker å få svar på holdninger til å bruke insektlarver som ingrediens i fôr. Det forutsettes at fluelarver kan konkurrere prismessig med annet proteinråstoff.»

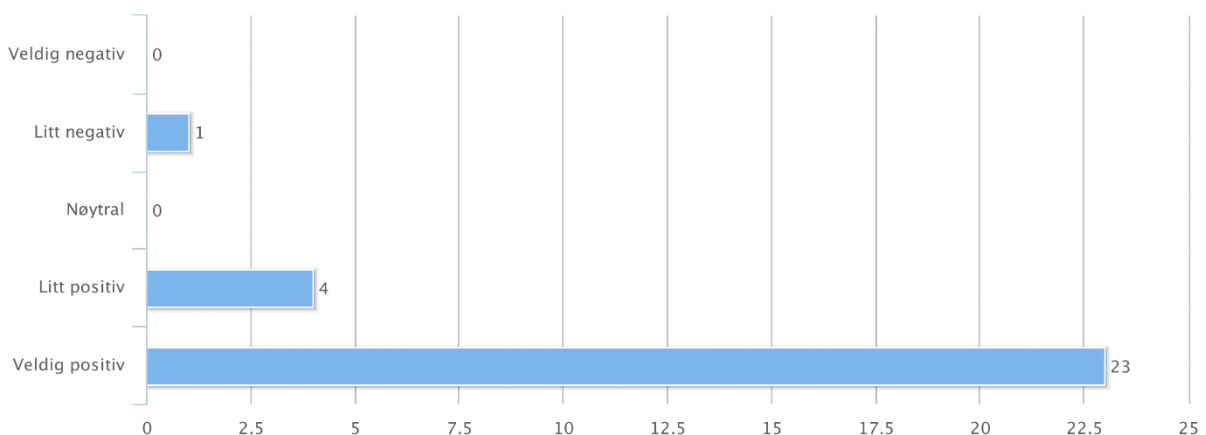
Relevante representanter for målgruppen ble funnet etter søk på internett og spørreskjemaet ble sendt ut på e-post. Det var en åpen undersøkelse; det vil si at alle med tilgang til lenke til undersøkelsen kunne svare. I praksis betyr det at for eksempel en leder som fikk e-posten kunne videresende den til andre i virksomheten. Undersøkelsen var anonym.

Spørreundersøkelsen ble sendt til 41 e-postadresser. Vi mottok 28 svar; dvs en svarprosent på 68. Av de som svarte var det 19 fôrprodusenter, 4 fiskeoppdrettere, 2 tradisjonelle husdyrprodusenter og 4 representanter for myndigheter/forvaltning. Det er altså en overvekt av fôrprodusenter blant de som svarte.

Resultater

Respondentene var overveiende positive til bruk av insektprotein i fôr. Dette gjelder i særlig grad som ingrediens til fiskefôr. Hele 23 respondenter var veldig positive og fire litt positive (fig. 2.). Bare en respondent var litt negativ.

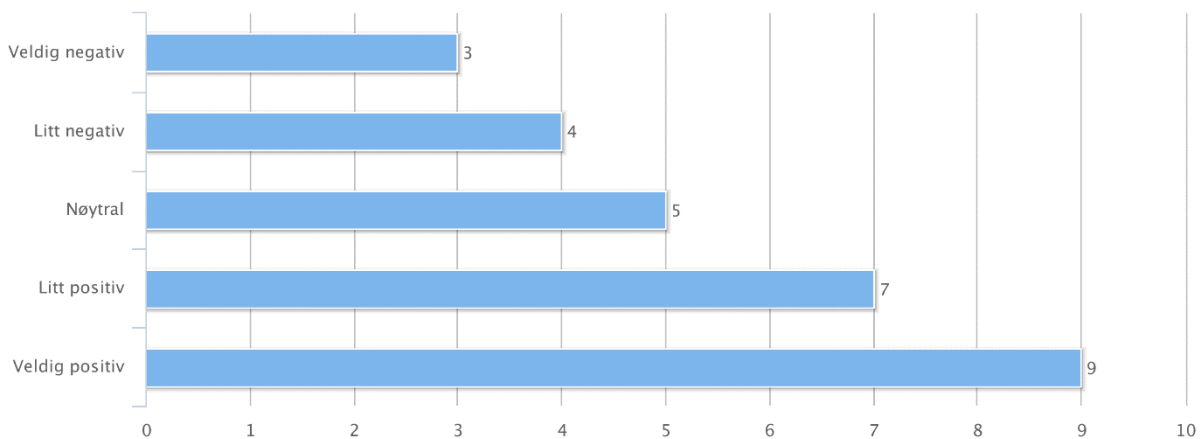
«Hva er din holdning til bruk å bruke insektlarver som ingrediens i fôr til fisk?»



Figur 2. Respondenters holdning til insektlarver som ingrediens i fiskefôr.

Mest negative holdninger var det til bruk av insektlarver i drøvtyggerfôr. Syv respondenter var enten litt (4) eller veldig negativ (3) (fig.3.). Imidlertid var det 57 % respondenter enten litt (7) eller veldig positive (9).

«Hva er din holdning til å bruke insektlarver som ingrediens i fôr til drøvtyggere?»



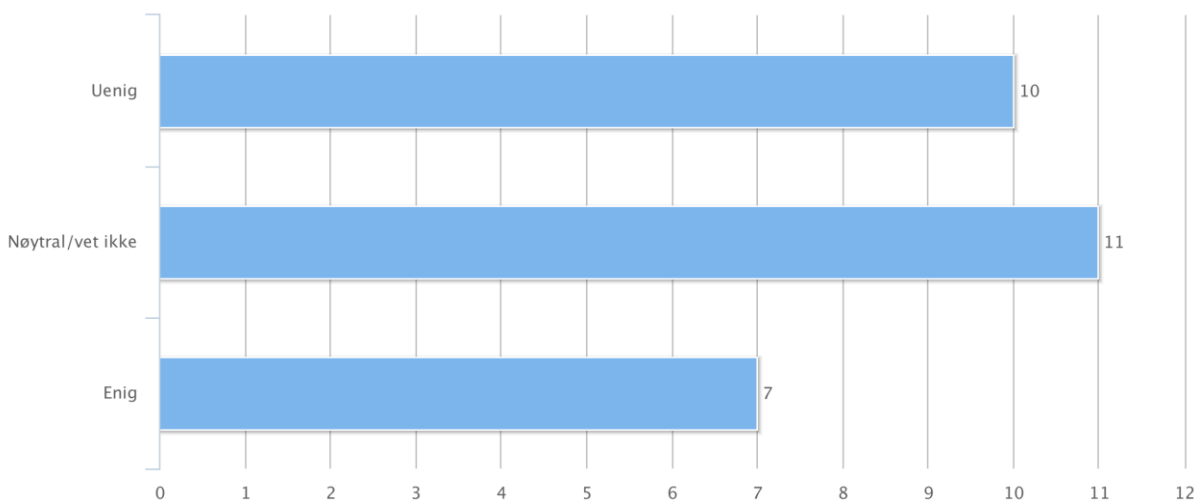
Figur 3. Respondenters holdning til insektlarver som ingrediens i drøvtyggerfôr.

På spørsmål om insektlarver som fôringrediens til svin og fjørfe var 24 respondenter enten litt (9) eller veldig positive (15). Det var færre enn de som kunne tenke seg å bruke insektlarver for fisk (27) men flere enn for de som kunne tenke seg å bruke insektlarver til fôr til drøvtyggere (16). Ingen var veldig negative men en litt negativ og tre nøytrale.

For bruk av insektlarver som ingrediens i fôr til kjæledyr var 22 respondenter enten litt (5) eller veldig positiv (17). De øvrige var enten nøytrale (3) eller litt negative (3).

På spørsmål om forbrukerreaksjoner tyder svarene på at respondentene var usikre på hvordan forbrukerne vil reagere på produkter hvis de får vite at det er brukt insektlarver i fôret. 64 % svarte at de ikke vet/nøytrale (11) eller er enig (7) i at forbrukerne vil holde seg unna varer hvis de får vite at det er brukt insektlarver i produksjonen (fig 4.). Usikkerheten om forbrukerreaksjoner framgår også ved at 25 % av respondentene (7) svarte at de får negative assosiasjoner av insektlarver.

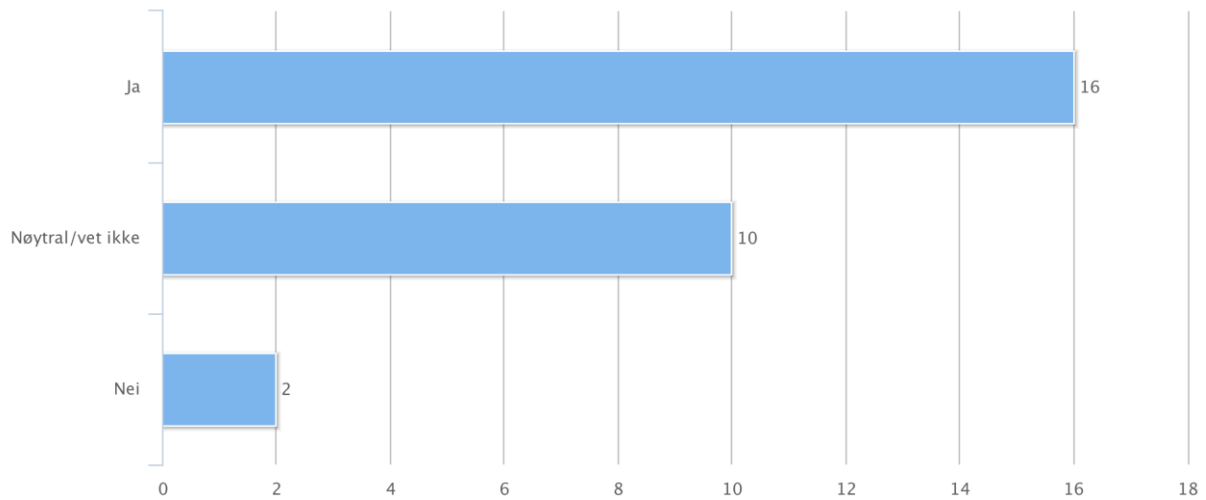
«Jeg er redd forbrukerne vil holde seg unna matvarer hvis de får vite at det er brukt insektlarver i produksjonen»



Figur 4. Respondenters antagelser på forbrukerreaksjoner til bruk av insektlarver ved matproduksjon.

Flere av spørsmålene omhandlet ulike bærekraftsasper, slik som at insektlarver kan erstatte soya, at insektlarver er mer naturlig fôr til fisk enn soya, at de kan produseres på billig substrat og at produksjon kan gi arbeidsplasser i Norge. Fra en til fire av respondentene svarte «vet ikke» på disse påstandene, mens resten var enig. På direkte spørsmål om man anså insektlarver er mer bærekraftig enn annet proteinfôr var 16 (57%) respondenter enig i det mens 2 (7%) var uenige (fig 5.).

«Anser du insektlarver for et mer bærekraftig alternativ enn annet proteinfôr?»

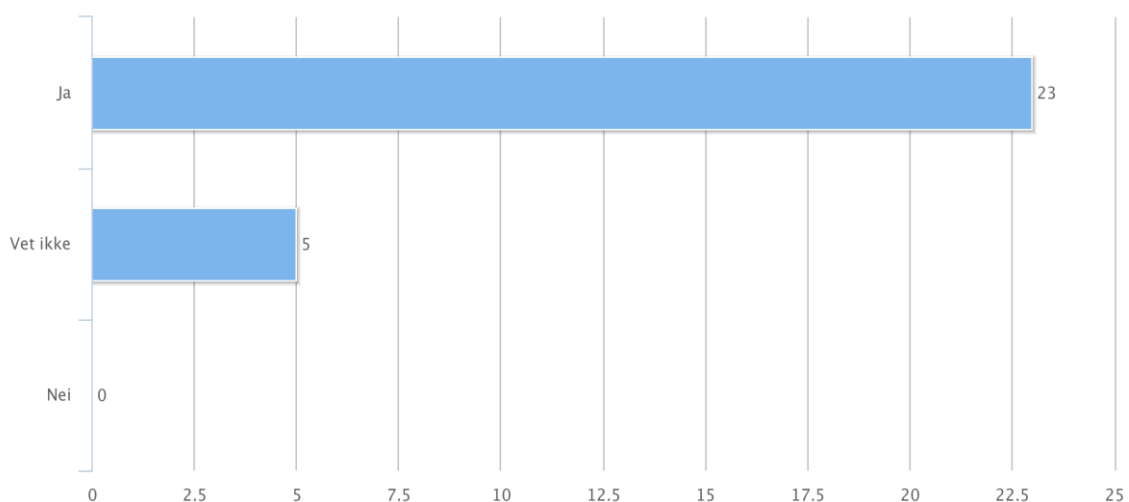


Figur 5. Respondenters oppfattelse av insektlarver som et bærekraftig alternativ.

På spørsmål om verdien av et fôr med insektprotein sammenlignet med et fôr uten slikt protein, svarte 17 (61%) de anså verdien lik eller og 10 (36 %) at verdien var høyere. Fem respondenter (18 %) svarte at de er villig til å betale for en slik merverdi mens ni (32 %) var ikke villig til å betale for ekstrakostnadene.

Hele 32 respondenter (82 %) hadde tro på at insektlarver vil inngå i fôrblandinger til norske husdyr i framtiden (fig 6.). Ingen var av den oppfatning av at ikke vil skje.

«Tror du insektlarver i framtida vil inngå i fôrblandinger til norske husdyr?»



Figur 6. Respondenters antagelse om insektlarver vil inngå i fremtidige fôrblandinger.

Til tross for generelt positive holdninger til insektlarver i fôr, kommer det likevel fram betenkeligheter fra enkelte av respondentene. Dette går blant annet på om føre var-prinsippet er tilstrekkelig ivaretatt. Innspillene fra respondentene vedrørende mulige farer var følgende:

1. Smittevern (*myndighet/forvaltning*)
2. Kan medføre biologiske farer vi ikke har oversikt over nå og kan kontrollere oss vekk fra.
Fristelsen til å forfalske/mikse/lure inn alternative ingredienser – internasjonalt ser vi slikt skjer, og stadig mer går over landegrensene. (*Myndighet/forvaltning*)
3. Det vil være svært positivt dersom det kan produseres godt protein og fett av f.eks matavfall (resirkulere organisk materiale). Det bør forskes på trygg bruk av substrater til insekter. De regler som er laget om dette er basert på føre var prinsippet. Utfordringen er at slik forskning må være langsiktig. Resultatene vil ikke kunne settes i live før de nødvendige risikovurderinger og endringer i regelverk er gjennomført. (*Myndighet/forvaltning*)
4. Dagens regelverk er en effektiv stopper for kommersiell utvikling av alle former for insektprotein i Europa. For å lykkes kommersielt må vi kunne bruke råstoff som er helt uegna til fôr eller mat direkte. Med mindre vi får et annet regelverk vil all framtidig kommersiell produksjon av insekt foregå i Sør-Øst Asia, Mellom-Amerika og i Afrika. (Dette er et litt for sterkt utsagn, men svært tett opp til realiteten, dessverre.) (*Fôrprodusent*)

Diskusjon

Insektprotein i fôr blir av respondentene i denne undersøkelsen ansett som positivt og noe som vil bli en realitet. Samtidig er det viktig å ta hensyn til mulige farer og gjøre grundige risikovurderinger. Det bør blant annet forskes på trygge substrater. Om produksjon av insektlarver til fôr skal gi arbeidsplasser i Norge, vil det være nødvendig å ha gode og billige substrater. Det er derfor viktig med kunnskap til å gjøre en riktig avveining mellom føre-var-hensyn og at substratet bør være billig og gjerne bestå av biprodukter fra annen produksjon. Gjeldende EU-regelverk tillater ikke substrater som inneholder gjødsel eller slam, kjøkken- og matavfall, prosesserte animalske proteiner, unntatt fiskemel og blodmel fra ikke-drøvtygger. Siden slike rimelige og lett tilgjengelige substrater ikke er tillatt, blir det ansett som en mulig konsekvens at all produksjon av insektproteiner vil foregå i typiske lavkostland andre steder i verden.

Det er særlig som fôr til fisk at insektlarver blir sett på nærmest utelukkende positivt av respondentene. En forklaring kan være at det er påvist negative helseeffekter hos fisk knyttet til for mye planteføde i fôret. Insektlarver ansees å være mer naturlig føde enn planteproteiner og planteoljer. Denne forklaringen støttes ved at respondentene er mest skeptiske til insektlarver i drøvtyggerfôr; altså i fôr til planteetere.

Selv om respondentene selv er positive, er de noe usikre på forbrukernes reaksjoner. 25 % oppgir at de får negative assosiasjoner av insektlarver. Dette kan indikere at det vil være avgjørende for forbrukernes aksept hvordan insektlarver som ingrediens i fôr blir kommunisert ut til forbrukerne. Dersom bruk av insektlarver knyttes til økt bærekraft, økt verdiskaping og mer naturlig fôr kan dette oppfattes positivt og gi produktene økt troverdighet blant forbrukerne.

Konklusjoner

Dyrking av fluelarver med bruk av husdyrgjødsel som vekstsubstrat til fôr og fôrprodukter er mulig også i Norge. Imidlertid er det viktig og til dels utfordrende å finne det optimale vekstsubstratet for larvene. Den nye EU-bestemmelsen som ikke tillater bruk av blant annet husdyrgjødsel, gjør at man må finne alternative vekstsubstrat. Det kan by på utfordringer da få andre substrater har tilstrekkelig mengde bakterier som utgjør føden til fluelarvene. Produksjon av fluelarver vil være arbeidskrevende om man ikke har egnede lokaler og godt innarbeidede rutiner. Det kan være med på å påvirke kostnaden av produksjon og pris på produktene.

På bakgrunn av de kjemiske analysene kan man konkludere med at fluelarver dyrket på hønsegjødsel kan være like bra eller bedre enn fiskemel som fôr til fisk og husdyr. Dette er sammenfallende med konklusjon fra Hussein et al. (2017) som dyrket fluelarver av samme art med bruk av storfegjødsel som vekstsubstrat. I fluelarver finner vi en balansert aminosyresammensetning, høy andel enumettede fettsyrer og et gunstig mineralinnhold. Imidlertid er omga-3 nivået noe lavt. Det kan suppleres ved f.eks. å tilsette algeolje ved prosessering av fôrprodukter (Harel et al. 2002) eller fiskeolje i vekstsubstratet for fluelarvene (Hussein et al. 2017).

Markedsundersøkelsen viste at målgruppen var generelt positiv til bruk av insektlarver som ingrediens i fôr og fôrprodukter til fisk og husdyr. Respondentene var mest positive til bruk av fiskelarver i fiskefôr. Det var også en stor tro om at i framtiden vil insektlaver inngå som en ingrediens i fôrblandinger til norske husdyr.

Litteraturreferanser

- Bartley J, Hart K, Swales V et al. (2009). Exploring policy options for more sustainable livestock and feed production, IEEP. (www.cap2020.ieep.eu/assets/2009/6/10/Policy_options_for_more_sustainable_livestock_and_feed_production__FINAL_report.pdf).
- FAO (2009). How to feed the world in 2050. Paper presented at the High Level Expert Forum, Rome, Italy, 12–13 October. (www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf).
- Levinson Z H (1960). Food for housefly larvae. *Nature*, 188:427-428
- Harel M, Koven W, Lein I, Bar Y, Behrens P, Stubblefield J, Zohar Y, Place A R (2002). Advanced DHA, EPA and ArA enrichment materials for marine aquaculture using single cell heterotrophs. *Aquaculture*, 213:347-362.
- Hussein M, Pillai VV, Goddard J M, Park H G, Kothapalli K S, Ross D A, et al. (2017). Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLoS ONE* 12(2): 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171708>
- Hwangbo J, Hong E C, Jang A, Kang H K, Oh J S, Kim B W, Park B S (2009). Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. *J. Environ Biol.*, 30(4):609–614.
- Jongema Y (2012). List of edible insect species of the world. Wageningen, Laboratory of Entomology, Wageningen University. (www.ent.wur.nl/UK/Edible+insects/Worldwide+species+list/).
- Malde M K, Bügel S, Kristensen M, Malde K, Graff I E (2010). Calcium from salmon and cod bone is well absorbed in young healthy men: a double-blinded randomised crossover design. *Nutrition & Metabolism*, 7(1), 61. <http://doi.org/10.1186/1743-7075-7-61>
- Newton G L, Booram C V, Barker R W, Hale O M (1977). Dried *Hermetia illucens* larvae meal as supplement for swine. *J. Anim Sci.*, 44: 395–400.
- Rumpold B A, Schluter O K (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57, 802-823.
- Sheppard D C, Newton G L, Burtle G (2008). Black soldier fly prepupae: a compelling alternative to fish meal and fish oil. A public comment prepared in response to a request by the National Marine Fisheries Service to gather information for the NOAA-USDA Alternative Feeds Initiative. Public comment on alternative feeds for aquaculture received by NOAA 15 November 2007 through 29 February 2008.
- St-Hilaire S, Cranfil, K, Mcguire M A, Mosley E E, Tomberlin J K, Newton L., Sealey W, Sheppard C, Irving S (2007). Fish offal recycling by the Black Soldier Fly produces a foodstuff high in omega-3 fatty acids. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(2): 309–313.
- Toppe J, Albrektsen S, Hope B, Aksnes A (2007). Chemical composition, mineral content and amino acid and lipid profiles in bones from various fish species. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology*, 146(3), 395–401. <http://doi.org/10.1016/j.cbpb.2006.11.020>
- Ween O, Stangeland J K, Fylling T S, Aas G H (2017). Nutritional and functional properties of fishmeal produced from fresh by-products of cod (*Gadus morhua* L.) and saithe (*Pollachius virens*). *Heliyon*. 3(7):1-17. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00343>
- Wiesmann D, Scheid H, Pfeiffer E (1988). Water pollution with phosphorous of dietary origin by intensively fed rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.). *Aquaculture*, 69:263-270



www.norsok.no



Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK er ei privat, sjølvstendig stifting.
Stiftinga er eit nasjonalt senter for tverrfaglig forskning og kunnskapsformidling for å utvikle økologisk landbruk.

NORSØK skal bidra med kunnskap for eit meir berekraftig landbruk og samfunn.
Fagområda er økologisk landbruk og matproduksjon, miljø og fornybar energi.

Norsk senter for økologisk landbruk / Gunnars veg 6 / NO-6630 TINGVOLL / Telefon: +47 930 09 884 / E-post: post@norsok.no