



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

NOTAT

Til: Regelverksutvalet for økologiske produksjon v/Monica W. Stubberud

Kopi til:

Fra: Gunnhild Jaastad, NIBIO

Dato: 08.09.2023

Prosjektnr.: 52965 og 53210

Førebels rapport frå oppdraget 'Støtte til RVU i sitt arbeid med vurdering av nytt regelverk i EU for økologisk produksjon av insekt'

Innleiing

Noreg har høve til å kommentere på EU si utarbeiding av regelverk for økologisk produksjon av insekt for mat og fôr. Regelverksutvalet for økologisk produksjon gjer innspel til Mattilsynet i regelverksarbeidet, og NIBIO har fått i oppdrag å bidra med kunnskap og kompetanse for å kunna vurdere implementering i Noreg.

EU har sett ned ei ekspertgruppe, Expert Group for Technical Advice on Organic Production (EGTOP), som skal koma med tilrådingar til nye retningslinjer i Part II Annex II to Regulation (EU) 2018/848. Norske myndigheiter deltek i denne komiteen. Arbeidet var planlagt ferdigstilt i 2022, men er utsett og truleg ikkje ferdig før utgangen av 2023.

Det fylgjande er ein førebels fagleg rapport over tema som er relevante for utarbeiding av regelverket og som har vore diskutert i EGTOP. Ein sluttrapport vil verte utarbeida etter at arbeidet til EGTOP er ferdigstilt.

Karensperiode

Det er naturleg å definera karensperioden i høve til insekta sin livssyklus og ikkje til ein fast tidsperiode. Ulike insekt har ulike livssyklusar og forslaget om ein karensperiode frå egg til egg er difor fornuftig. Svart soldatfluge (*Hermetia illusence*) brukar til dømes 10-14 dagar frå egga klekker til det er produsert pre-pupper medan mjølbiller (*Tenebrio molitor*) vanlegvis lever 3 månader som larver (van Huis, A., Tomberlin, J. 2018).



NIBIO

Introduksjon av ikkje-økologiske insekt

Då insektoppdrett er ein innandørs produksjon som er skilt frå den naturlege populasjonen av insekt, er det viktig å fornya den genetiske variasjonen med å introdusera insekt frå andre populasjonar. Liten genetisk variasjon fører til innavl og redusert produktivitet. Kor ofte og kor mykje som bør introduserast er avhengig av insektart og livssyklus. Er det ikkje eller få økologiske insektprodusentar i regionen må insekt frå ikkje-økologiske populasjonar kunna introduserast. Det er naturleg å ta omsyn til det når det vert sett ein %-andel.

Det føregår vitskapleg arbeid på genetisk variasjon og seleksjon på fleire insektartar som er aktuelle for larveproduksjon, og resultat frå desse arbeida må takast omsyn til og eventuelle endringar må gjerast basert på ny kunnskap (Fowles og Nansen, 2019, Morales-Ramos et al., 2019, Rhode et al., 2020).

Næringskjelder og restråstoff for insektproduksjon

I og med at omfanget av den økologiske matproduksjonen i regionane varierar vil tilgangen på økologisk restråstoff variera. Vidare vil avstanden frå insektproduksjonen til aktuelle organiske kjelder for restråstoff variera. Skal det vera mogeleg å ha ein økologisk insektproduksjon er det naudsynt med fleksibilitet i høve til andel økologisk restråstoff i larvematen. For Norge sin del, med liten økologisk landbruksproduksjon, er det viktig å ha fleksibilitet for å stimulera til økologisk insektproduksjon.

Næringsinnhaldet i restråstoffet må stetta insekta sine næringsbehov. Van Broekhoven et al (2015) fann mellom anna at mjølbiller som var føra med restråstoff som inneheld mykje stivelse vaks mindre og var mindre effektive enn larver som hadde fått ein diett med lite stivelse. Begge grupper fekk like mykje protein av mais, ølgjær, brødrestar, men den eine gruppa fekk i tillegg mykje stivelse frå potet og den andre mykje protein frå kornrestar. Fisher og Romano (2021) fann at svart soldatfluge som var føra med ei fruktblanding vaks mindre enn larver som fekk ei blanding av potet, pastarestar og ris (mykje fiber og stivelse). Amrul et al (2022) har oppsummert effekten av mange ulike organiske kjelder på svart soldatfluge. Konsistensen på det organiske restane betyr også noko for vekst og utvikling. Svart soldatfluge lever til dømes best på mat som har tørrvekt på 15-30 % og mjølbiller på mat som har om lag 90 % tørrvekt. Mjølbillene treng i tilgang til vatn enten via høg luftfuktigheit eller ei våtmatkjelde (van Huis, A. og Tomberlin, J., 2018).

Det er vidare fleire studier som har undersøkt i kva grad metall og andre uønska stoff i det organiske materialet vert akkumulert i larvene (Diener et al, 2015, Meyer et al., 2021, van der Fels-Klerx et al, 2016, van der Fels-Klerx et al 2020, Truzzi et al, 2019). Dei fleste metall vert ikkje akkumulert, men det kan vere ulik grad av akkumulering i ulike insektartar. Eventuelle grenseverdier for uønska verdier i det organiske materiale bør ta omsyn til insektart.



NIBIO

Ulike typar forbehandling av organisk materiale for larveproduksjon er undersøkt og fermentering med bakteriar er ein av metodane som er positivt for larveutvikling og kan forlenga levetida til det organiske restråstoffet (Heussler et al, 2023; Isibika et al., 2019).

Temperatur og luftfuktigheit

Mjølbillar finst naturleg i Noreg og kan leva i kornlager og på ferdig prosessert mjøl. Optimal temperatur for mjølbillar med tanke på vekst og utvikling ligg likevel i følgje Bjørge et al (2018) på rundt 30 °C. Ein luftfuktigheit rundt 70 % er nytta i produksjonen, men ein luftfuktigheit på 43 % påverkar ikkje dødlighet (Johnson et al, 2021). Mjølbillelarver kan ta opp fuktigheit gjennom huda, men tilgang til andre vasskjelder aukar veksten (personleg observasjon). Det er også vist at larvene klumpar seg rundt våtmaten (plassert som klumpar i tørrmaten) noko som tyder på at larvene nyttar seg av og treng våtmaten (Deruytter et al, 2021). Mjølbillelarvene tilpassar seg eit miljø som ikkje er optimalt med å vekse seinare og ha fleire stadium utan at dødelegheiten aukar (Johnson et al, 2021).

Svart soldatfluga er naturleg utbreidd i land som har varmare klima enn Noreg. Den ideelle temperaturen for vaksne ligg mellom 27 og 37 °C og luftfuktigheiten rundt 60-75 %, men som mjølbillar vil også svart soldatfluge tilpassa livssyklusen til lågare temperaturar og ein annan luftfuktigheit (Holmes et al, 2016; van Huis og Tomberlin, 2018). Dei vaksne insekta treng lys som liknar sollys for å para seg og leggja egg. Med anna type lys vil paringsprosenten gå ned (Zhang et al, 2010). Hjø dei fleste produsentane har dei eigne bur for paring og egglegging og flyttar så egga over på det organiske råstoffet (larvematen) som er nytta i produksjonen.

Tettleik av larver

Kva tettleik som er optimalt med tanke på produksjon og insekthelse vil variera med insektart. Svart soldatlarve har kort livssyklus der vekst hovudsakleg er avhengig av matkvalitet og mengde. Jones og Timberland (2019) samanlikna ulike faktorar for svart soldatfluga når dei vart ala opp under ulike tettleikar (100, 1000, 1500 eller 2000 larver/4 l). Vekta av larvene vart redusert med aukande tettleik og utviklingstida var kortast ved den minste tettleiken. Overleving av pupper var høgast ved den lågaste tettleiken (92 %) og lågast ved den høgste (72 %). Ei undersøking i mindre skala vart utført av Dzepe et al (2020). Dei fann ein liknande trend, ved låg tettleik (1 larve/cm³) var overlevinga 100 % og ved tettleik på 10 l/cm³ var overlevinga 90 %. I begge desse studia var lågaste tettleik 10 gonger mindre enn nest-lågaste tettleik. Ein norsk produsent av svart soldatfluge seier at larvene klumpar seg saman uansett tettleik.

Morales-Ramos og Rojas (2015) fann at auka tettleik av mjølbillelarver reduserte omdanningsraten av organisk materiale og larveveksten. I Kina er det mellom anna tilrådd ein tettleik på 1,18 larver/cm² (Dossey et al, 2016). Deruytter og Coudron (2021) konkluderte med at 2,5-4 larver/cm² resulterte i optimal vekst, men at ein tettleik opp til 10,4 larver/cm² vil auke avlinga med små



NIBIO

negative sideverknader. Berggren et al (2018) samanlikna egglegging med ulike tettleikar av vaksne mjølbiller. Dei konkluderte med at omlag 0,84 vaksne biller/cm² førte til mest egglegging.

Tettleik påverkar overleving, vekst og utviklingstid hjå insekt, men det er balansen mellom desse faktorane og kvaliteten av larvematen som bør setja grenser for optimal produksjon. Insektartane det er snakk om vil tilpassa livssyklusen (aktivitet og utviklingstid) til omgjevnadane og det er naturleg at insektprodusentar tilpassar tettleiken i høve til totalproduksjon per areal og tid. I Barragan-Foneseca et al sitt studie (2018) fann dei at totalproduksjonen auka med auka tettleik sjølv om gjennomsnittleg vekt per larve gjekk ned. I og med at fleire insektartar 'trivs' saman er det vanskeleg å setja ein grenseverdi for tettleik som berre er basert på vekst og utvikling.

Produksjonslokale

Eg har funne lite vitenskapleg litteratur på produksjonslokale/bur og effekten på larver og vaksne insekt. Kva som er tilrådd og optimalt vil vera avhengig av kva insektart det er snakk om.

Helse og velferd

Eilenberg et al (2015) har laga ein oversikt over sjukdommar som er registrert i insektpopulasjonar. I ei undersøking gjort i 2014 vart det ikkje funne sjukdommar på svart soldatfluge, og på mjølbiller vart berre den insektpathogene soppen *Beauveria bassiana* funnen. Eilenberg et al gjev råd for korleis hindre sjukdom i produksjonssystem. Det viktigaste rådet er å sikre at produksjonsfasilitetane er reine.

I ein FAO rapport (2013) på insekt som mat/fôr skriv van Huis et al at insekt skal avlidast enten fryse-tørka, sol-tørka eller kokt. Van Huis (2019) diskuterar velferd til insekt som husdyr, kan dei kjenna smerte og stress? Det er ulike meiningar om det, men van Huis konkluderar med at ein skal fylgja føre-var prinsippet når ein produserar insekt.

Norske produsentar seier at dei berre brukar varmt vatn til å vaska utstyr og lokale. Dei brukar ikkje medisin, det er ikkje tillete. For å avliva insekta nyttar dei varme eller kulde som er i tråd med nasjonale reglar.

Restar frå larveproduksjonen – frass

Restar frå larveproduksjonen, frass, har potensiale til å både fungera som gjødsel og plantestyrkande middel. Poveda (2021) gjev ein oversikt over potensiell bruk av frass til ulike føremål og Beesigamukama et al (2022) gjev ein oversikt over særleg potensiale som gjødsel. Innhald i frass er avhengig av både insektart og det organiske materiale som larvene har ete (Jaastad, upulisert).

Referansar



NIBIO

- Amrul, N.F., Ahmad, I.K., Basri, N.E.A., Suja, F., Jalil, N.A.A., Azman, N.A. 2022. Review of organic waste treatment using black soldier fly (*Hermetia illucens*). Sustainability 14, 4565
- Barragen-Fonseca, K.B., Dicke, M, van Loon, J.J.A. 2018. Influence if larval density and dietary nutrient concentration on performance, body protein, and fat contents of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). Entomologoca Experimentalis et Applicata 166: 761-770
- Berggreen, IE, Offenber, J, Calis, M, Heckmann, L-H. 2018. Impact of density, reproduction period and age on fecundity of the yellow mealworm *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of insects as food and feed 4: 43-45
- Beesigamukama, D., Subramanian, S., Tanga, C.M. 2022. Nutrient quality and maturity status of frass fertilizers from nine edible insects. Scientific Reports 12: 7182
- Bjørge, J.D., Overgaard, J., Malte, H., Gianotten, N., Heckmann, L.-H. 2018. Role of temperature on growth and metabolic rate in the tenebrionid beetles *Alphitobius diaperinus* and *Tenebrio molitor*. Journal of insect physiology 107: 89-96
- Deruytter, D, Coudron, CI. 2021. The effects of density on the growth, survival, and feed conversion of *Tenebrio molitor* larvae. Journal of insects as food and feed 8: 141-146
- Deruytter, D, Courdon, CL, Claeys, J. 2021. The influence of wet feed distribution on the density, growth rate and growth variability of *Tenebrio molitor*. Journal of insects as food and feed 7: 141-149
- Diener, S., Zurbrügg, C., Tockner, K. 2015. Bioaccumulation of heavy metals in the black soldier fly, (*Hermetia illucens*) and effects on its life cycle. Journal of insects as food and feed 1: 261-270
- Dossey, AT, Morales-Ramos, JA, Rojas, MG. 2016. Insects as sustainable food ingredients – production, processing, and food application. Academic press: ISBN: 978-0-12-802856-8
- Dzepe, D, Nan, P, Fotso, A, Tchuinkam, T, Djouka, R. 2020. Influence of larval density, substrate moisture content and feedstock ratio on life history traits of black soldier fly larvae. Journal of insects as Food and Feed 6: 133-140
- Eilenberg, J, Vlak, JM, Nielsen-LeRoux, C, Cappelozza, S, Jensen, AB. 2015. Diseases in insects produced for food and feed. Journal of insects as food and feed 1: 87-102
- Fisher, H. and Romano, N. 2021. Fruit, vegetables, and starch mixtures on the nutritional quality of blavk soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae and resulting frass. Journal of Insects as Food and Feed 7: 319-327
- Fowles, T.M. and Nansen, C. 2019. Artificial selection of insects to bioconvert pre-consumer organic wastes. A review. Agronomy for Sustainable Development 39: 31



NIBIO

- Heussler, C.D., Insam, H., Walter, A., Schlick Steiner, B.C., Steiner, E.M., Klammersteiner, T. 2023. Life-history traits of black soldier fly reared on agro-industrial subjected to three pre-treatments: a pilot-scale study. *Journal of insects as food and feed* 9: 546-556
- Holmes, L.A., van Laerhoven, S.L., Tomberlin, J.K. 2016. Lower temperature threshold of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) development. *Journal of Insects for Food and Feed* 2: 255-262
- Isibika, A., Vinnerås, B., Kibazohi, O., Zurbrügg, C., Lalander, C. 2019. Pre-treatment of banana peel to improve composting by black soldier fly (*Hermetia illucens*) (L.). Diptera: Stratiomyidae) larvae. *Waste Management* 100: 151-160
- Jones, BM and Tomberlin, JK. 2019. Impact of larval competition on life-history traits of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). *Annals of the Entomological Society of America* 112: 505-510
- Meyer, A.M., Meijer, N., Hoek-van den Hil, van der Fels-Klerx, H.J. 2021. Chemical food safety hazards of insects reared for food and feed. *Journal of insects as food and feed* 7: 823-831
- Morales-Ramos, J.A. and Rojas. 2015. Effects of larval density on food utilization efficiency of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: tenebrionidae). *Journal of economic entomology* 1-9.
- Morales-Ramos, J.A., Kelstrup, Rojas, M.G., Emery, V. 2019. Body mass increase induced by eight years of artificial selection in the yellow mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) and life history trade-offs. *Journal of Insect Science* 19: 4; 1-9
- Poveda, J. 2021. Insect frass in the development of sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 41: 5
- Rhode, C., Badenhorst, R., Hull, K.L., Greenwood, M.P., Bester-van der Merwe, Andere, A.A., Picard, C.J., Richards, C. 2020. Genetic and phenotypic consequences of early domestication in black soldier flies (*Hermetia illucens*). *Animal genetics*, 51: 752-76
- Truzzi, C., Illuminati, S., Girolametti, F., Antonucci, M., Scarponi, G., Ruschioni, S., Riolo, P., Annibaldi, A. 2019. Influence of feeding substrates on the presence of toxic metals (Cd, Pb, Ni, Ad, Hg) in larvae of *Tenebrio molitor*: risk assessment for human consumption. *International journal of environmental research and public health* 16, 4815; doi: 10.3390/ijerph16234815
- Van Borekhoven, S., oonincx, D.G.A.B., van Huis, A., van Loon, J.J.A. 2015. Growth performance and feed conversion efficiency on three edible mealworm species (Coleoptera: Tenebrionidae) on diets composed of organic by-products. *Journal of Insect Physiology*, 73: 1-10
- Van der Fels-Klerx, H.J., Camenzuli, L., van der Lee, M.K., Oonincx, D.G.A.B. 2016. Uptake of cadmium, lead and arsenic by *Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens* from contaminated substrates. *PLoS ONE* 11: e0166186



NIBIO

Van der Fels-Klerx, H.J., Meijer, N., Nijkamp, M.M., Schmitt, E., van Loon, J.J.A. 2020. Chemical food safety of using former foodstuff for rearing black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) for feed and food. *Journal of insects as food and feed* 6: 475-488

Van Huis, A. 2019. Welfare of farmed insects. *Journal of insects as food and feed* 5: 159-162

Van Huis, A, Tomberlin, JK. 2018. *Insects as food and feed – from production to consumption*. Wageningen Academic Publishers. ISBN: 978-90-8686-296-2

Van Huis, A., Itterbeeck, J.V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P. 2013. *Edible insects: future prospects for food and feed security*. FAO 171 ISBN: 978-92-5-107595-1

Zhang, J., Huang, L., He, L., Tomberlin, J.K., Li, J., Lei, C., Sun, M., Liu, Z., Yu, Z. 2010. An artificial light source influences mating and oviposition of black soldier flies, *Hermetia illucens*. *Journal of Insect Science* 10: 202