

①② **CERTIFICAT D'UTILITÉ** **B3**

⑤④ Procédé et installation de production de larves d'insectes.

②② Date de dépôt : 13.03.23.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *INNOVAFEED Société par actions
simplifiée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 20.09.24 Bulletin 24/38.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
certificat d'utilité : 11.04.25 Bulletin 25/15.

⑤⑥ Les certificats d'utilité ne font pas l'objet d'un
rapport de recherche.

⑦② Inventeur(s) : CALVET Simon.

⑦③ Titulaire(s) : *INNOVAFEED Société par actions
simplifiée*.

⑦④ Mandataire(s) : IP TRUST.

FR 3 146 575 - B3



Description

Titre de l'invention : Procédé et installation de production de larves d'insectes

Domaine de l'invention

- [0001] La présente invention concerne le domaine général de l'élevage de larves d'insectes, notamment de larves de mouches soldat noires, et en particulier de la séparation des larves arrivées à maturité et de leur milieu d'élevage.
- [0002] Les larves d'insectes, et notamment de mouches soldat noires, sont élevées dans des récipients contenant du substrat, par exemple des co-produits agricoles ou des déchets organiques. Ce substrat constitue le milieu d'élevage des larves et est la source de nourriture des larves. Au fur et à mesure de l'élevage des larves, ce substrat est consommé par les larves et le milieu d'élevage dans lequel évoluent les larves se transforme en frass (mélange de substrat non consommé, de mues larvaires et de déjections des larves).
- [0003] Le substrat, la source de nourriture des larves, doit être très humide avec une teneur en eau comprise entre 60% et 90% afin que les larves puissent ingérer la substance.
- [0004] Les larves d'insectes, et en particulier les mouches soldat noires, sont élevées à l'échelle industrielle pour être ensuite valorisées sous formes de protéines pour l'alimentation animale ou humaine et sous forme d'huile. Le frass qui constitue un engrais efficace est également valorisé.
- [0005] Pour cela il est nécessaire d'avoir recours à une étape de séparation pour séparer les larves arrivées à maturité de leur milieu d'élevage constitué de frass. Après cette étape de séparation, les flux de larves et de frass sont séparés et peuvent être valorisés indépendamment. Cette étape de séparation est donc une étape-clé du processus global d'élevage d'insectes.
- [0006] Cette séparation s'effectue généralement sur un tamis à écran vibrant, par exemple avec une solution décrite dans le document « Etudes de cas -> Séparation des mouches soldats noires »
<https://www.russellfinex.com/fr/etudes-de-cas/separateur-automatique-pour-larves-de-bsf/>

Etat de la technique

- [0007] On connaît dans l'état de la technique le brevet EP3171693B1 décrivant un système en continu d'élevage d'insectes diptères, comportant une unité de bioconversion comprenant une pluralité de compartiments larvaires séparés tous adaptés pour contenir des larves d'insecte et des milieux de croissance et un mécanisme pour alimenter séquentiellement en milieu de croissance.

- [0008] Ce brevet précise que les larves et les excréments de larves (digestat séché et autres matières) peuvent être séparés, par exemple à l'aide d'un séparateur d'air en zig-zag et/ou d'un tamis. Les larves et les excréments peuvent ensuite être traités séparément. Par exemple, les excréments peuvent être séchés et traités thermiquement, les larves peuvent être lavées, cuites, séchées, refroidies ou dégraissées.
- [0009] Le brevet FR3081679 concerne le milieu de ponte, et mentionne la séparation frass/larves. Il prévoit que le substrat nutritif présente une humidité comprise entre 3 et 15%, et propose l'utilisation d'un tamiseur à nutation oscillatoire (« tumbler screening machine », Allgaier) ou un tamiseur vibratoire linéaire (« linear screening machine », Mogensen).
- [0010] La demande de brevet WO2021255379A1 porte sur un procédé de tri d'insectes comportant les étapes successives de :
- fourniture d'un mélange comportant des nymphes, et
 - tamisage permettant une séparation des nymphes du reste du mélange, ladite étape de tamisage comportant un tamisage du mélange avec un tamis à écran en matériau plastique.
- [0011] Le tamisage du mélange avec un tamis à écran en matériau plastique peut être en particulier un tamisage avec un tamis à écran en polyuréthane.
- [0012] Le tamisage du mélange avec un tamis à écran en matériau plastique peut être réalisé avec un tamis à écran incliné par rapport à un plan horizontal. Le tamisage du mélange avec un tamis à écran en matériau plastique peut comporter la mise en mouvement selon un cercle ou ovale dans son plan d'extension, sans composante orthogonale au plan du tamis pour améliorer la qualité du tri et limiter les chocs subis par les nymphes.

Inconvénients de l'art antérieur

- [0013] Les solutions de l'art antérieurs ne sont pas totalement satisfaisantes car les conditions optimales pour l'élevage ne correspondent pas à celle qui sont optimales pour la séparation par tamisage des larves et de leur milieu d'élevage.
- [0014] En effet, pour un bon nourrissage des larves et une bonne croissance, il est nécessaire que le substrat soit relativement humide. A l'inverse, pour un bon tamisage, il faut que le milieu d'élevage dans lequel les larves se trouvent à la fin de leur croissance soit relativement sec pour permettre une séparation efficace et sans entraîner de bouchage ou de colmatage du tamis.
- [0015] Les solutions de l'art antérieur prévoient un compromis entre les conditions notamment d'humidité et de température du milieu d'élevage contenant les larves pour permettre un tamisage convenable sans trop nuire à la vitesse de croissance. Néanmoins, afin d'éviter une durée de croissance trop longue, il est nécessaire d'augmenter le taux d'humidité du substrat initial ce qui conduit à une séparation médiocre du fait du colmatage du tamis et du collage du milieu d'élevage sur les

larves, et donc une séparation imparfaite nécessitant des post-traitements.

Solution apportée par l'invention

- [0016] Afin de remédier à ces inconvénients, la présente invention concerne un procédé de production de larves d'insectes comportant une étape d'élevage des larves dans un récipient contenant un mélange de larves et de leur milieu d'élevage suivie par une étape de séparation des larves et de leur milieu d'élevage caractérisé en ce que le procédé comporte une étape de séchage du mélange de larves et de leur milieu d'élevage entre la fin de ladite étape d'élevage et ladite étape de séparation.
- [0017] De préférence, ladite étape de séparation est une séparation granulométrique et / ou densimétrique.
- [0018] Avantagement, ladite étape de séchage réduit le taux d'humidité du milieu d'élevage des larves d'au moins 10 points.
- [0019] Selon une variante, ladite étape de séchage est réalisée à une température du mélange de larves et de leur milieu d'élevage supérieure de 5°C à 25°C par rapport à la température d'élevage.
- [0020] Selon un mode de réalisation préféré :
- ladite étape d'élevage (1) est réalisée dans un récipient contenant un mélange de larves et de leur milieu d'élevage ;
 - en ce que ladite étape d'élevage (1) est suivie par une étape (3) de séparation des larves et de leur milieu d'élevage par tamisage ;
 - et en ce que le procédé comporte une étape de séchage (2) pour la réduction de l'humidité du milieu d'élevage des larves entre la fin de l'étape d'élevage et ladite étape de séparation.
- [0021] Selon une variante particulière, ladite étape de séchage est pilotée par au moins un capteur d'humidité mesurant le taux d'humidité du milieu d'élevage des larves.
- [0022] De préférence, la durée de ladite étape de séchage est fonction d'une valeur de consigne pour l'humidité du milieu d'élevage des larves, de l'âge des larves et de l'humidité mesurée par ledit capteur d'humidité.
- [0023] Selon un mode de réalisation préféré ladite étape de séchage est réalisée par un sécheur à bande.
- [0024] Selon un autre mode de réalisation ladite étape de séchage est réalisée par un sécheur à lit fluidisé.
- [0025] L'invention concerne aussi une installation de production de larves d'insectes comportant une zone d'élevage des larves et un équipement de séparation des larves et de leur milieu d'élevage caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un sécheur disposé entre ladite zone d'élevage des larves et ledit équipement de séparation.
- [0026] Avantagement, ledit sécheur assure une réduction du taux d'humidité du milieu d'élevage des larves d'au moins 10 points.

[0027] Description détaillée d'un exemple non limitatif de réalisation

[0028] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, concernant un exemple non limitatif de réalisation illustré par les dessins annexés où :

- [Fig.1] la [Fig.1] représente une vue schématique du processus objet de l'invention ;
- [Fig.2] la [Fig.2] représente une vue schématique de l'installation d'élevage.

Principe général

[0029] Le procédé selon l'invention se distingue de l'art antérieur par une étape d'élevage (1) dans des conditions optimisées pour l'alimentation et la croissance des larves dans un laps de temps réduit à la période de prise de poids des larves ou d'augmentation du taux de protéines des larves, et ne se prolongeant pas au-delà de cette période pour éviter que les larves ne dépassent leur pic de masse pour entrer dans une phase de jeûne.

[0030] Dans les conditions d'élevages et avec le substrat utilisés, il a été observé, à partir de larves juvéniles, que lorsque les larves atteignent leur pic de masse, leur milieu d'élevage est trop humide pour être tamisé efficacement en utilisant les techniques de tamisage usuelles. Usuellement, les larves étaient maintenues 3 à 5 jours supplémentaires dans la zone d'élevage pour laisser le temps au mélange constitué des larves et de leur milieu d'élevage de sécher et d'atteindre le taux d'humidité cible.

[0031] L'invention propose de résoudre ce problème en ajoutant une étape de séchage du mélange des larves et de leur milieu d'élevage avant l'étape de séparation.

[0032] Lors de ces 3 à 5 jours supplémentaires, les larves pouvaient entrer dans une phase de jeûne entraînant une perte de masse et / ou de taux de protéines.

[0033] Ces 3 à 5 jours impliquaient également des pertes de productivité considérables dues à l'occupation de l'espace dans la zone d'élevage.

[0034] Afin de s'affranchir de la contrainte de séchage du mélange constitué des larves et de leur milieu d'élevage dans la zone de d'élevage, l'installation d'un sécheur dédié avant l'étape de tamisage permet de pouvoir tamiser le mélange constitué des larves et de leur milieu d'élevage dès que les larves ont passé le temps nécessaire dans la zone d'élevage pour atteindre leur poids maximal.

[0035] L'étape de séchage (2) doit être dimensionnée afin de réduire l'humidité d'au moins 10 points afin d'améliorer les conditions de fonctionnement de l'équipement de tamisage sans allonger la durée passée dans la zone d'élevage, et donc en éliminant la phase de jeûne.

[0036] La température de séchage est légèrement supérieure à la température optimale d'élevage des larves dans leur milieu d'élevage (la différence est inférieure à 25°C et de préférence de l'ordre de 15 à 25°C) afin que l'étape supplémentaire de séchage ne nuise pas à l'intégrité des larves.

[0037] Les avantages résultant du procédé proposé sont multiples :

- gain en rendement de l'étape d'élevage (en kg de larves fraîches) d'au moins 20% en :
 - augmentant la masse de larves collectée ;
 - diminuant de façon significative les non-conformités, les lots non conformes étant majoritairement des lots avec un temps de cycle long ;
- gain de la capacité d'élevage en zone d'élevage du fait de la réduction de la durée passée par les larves dans cette zone ;
- adaptation du flux de matière à traiter lors de l'étape de séparation (3) aux conditions optimales de fonctionnement d'un tamis.

Conditions de séchage

[0038] Cette étape de séchage s'effectue à une température légèrement supérieure à la température d'élevage, sur une couche épaisse de quelques centimètres de mélange constitué par les larves et leur milieu d'élevage afin de minimiser l'inconfort des larves qui restent ainsi dans leur milieu d'élevage pendant l'étape de séchage.

[0039] Pour minimiser les manipulations et les contraintes sur le mélange afin d'éviter d'abimer les larves, le séchage est préférentiellement effectué sur un sécheur à bande tissée. Une épaisseur de quelques centimètres de mélange constitué de larves et de leur milieu d'élevage est répartie de façon uniforme sur une bande tissée à travers de laquelle l'air peut passer tout en retenant le mélange à sécher afin d'éviter qu'il soit emporté par le flux d'air. La bande avance à une vitesse définie pour faire évaporer une partie de l'humidité du milieu d'élevage des larves et atteindre en bout de sécheur une humidité résiduelle inférieure d'au moins 10 points à l'humidité initiale, et permet de convoier le mélange de l'entrée vers la sortie du sécheur. De l'air chauffé est aspiré à travers le mélange et à travers la bande afin d'assécher le milieu d'élevage des larves. Le flux d'air peut indifféremment être dirigé du haut vers le bas ou du bas vers le haut.

[0040] Un capteur d'humidité en sortie de la bande permet d'ajuster le temps de résidence du mélange et la puissance thermique utilisée afin d'ajuster le taux d'humidité du milieu d'élevage des larves en sortie. Ce taux d'humidité du milieu d'élevage des larves est la paramètre clé pour obtenir un tamisage efficace en aval.

[0041] Alternativement, le sécheur utilisé peut également être un sécheur à lit fluidisé.

[0042] Cette étape de séchage ayant lieu à la fin de la période d'élevage des larves, le milieu d'élevage dans lequel évolue les larves est du frass.

Installation de culture et de séparation

[0043] L'élevage des larves se fait dans une zone d'élevage (10) dans laquelle l'atmosphère est contrôlée en température et humidité pour favoriser la consommation par les larves

du substrat. Dans cette zone d'élevage (10), les larves évoluent dans leur milieu d'élevage dans des modules multi-étagés. Une zone de contrôle (11) est prévue pour vérifier la maturité des larves et détecter d'éventuelles larves mortes. En cas de mortalité ou de non-conformité, le module multi-étagé est transféré vers une zone de déchet (12). Les autres modules multi-étagés sont transférés vers un retourneur (20) qui permet de déverser le mélange larves et leur milieu d'élevage vers un sécheur (21) recevant un apport thermique. Typiquement, le sécheur est un sécheur à bande ou un sécheur à lit fluidisé et l'apport thermique se fait grâce à une circulation d'air chaud pour réduire d'au moins 10 points le taux d'humidité du milieu d'élevage des larves entre l'entrée du sécheur à bande (21) et sa sortie.

[0044] Après l'étape de séchage, la séparation est réalisée par un tamis (22), par exemple un tamis trampoline.

[0045] Le frass est transféré vers une ligne de granulation (23) ; et les larves sont acheminées vers une ligne de traitement (30) produisant une farine de protéines et de l'huile.

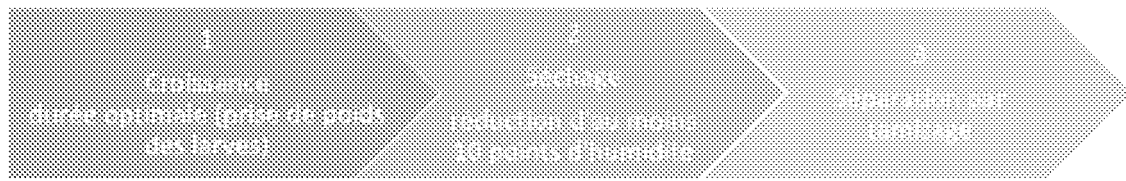
Revendications

- [Revendication 1] Procédé de production de larves d'insectes comportant une étape d'élevage (1) des larves dans un récipient contenant un mélange de larves et de leur milieu d'élevage suivie par une étape (3) de séparation des larves et de leur milieu d'élevage caractérisé en ce que le procédé comporte une étape de séchage (2) du mélange de larves et de leur milieu d'élevage entre la fin de ladite étape d'élevage et ladite étape de séparation.
- [Revendication 2] Procédé de production de larves d'insectes selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite étape de séparation est une séparation granulométrique et / ou densimétrique.
- [Revendication 3] Procédé de production de larves d'insectes selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite étape de séchage réduit le taux d'humidité du milieu d'élevage des larves d'au moins 10 points.
- [Revendication 4] Procédé de production de larves d'insectes selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite étape de séchage (2) est réalisée à une température du mélange de larves et de leur milieu d'élevage supérieure de 5°C à 25°C à la température d'élevage.
- [Revendication 5] Procédé de production de larves d'insectes selon la revendication 1 comportant une étape d'élevage (1) caractérisé en ce que :
- ladite étape d'élevage (1) est réalisée dans un récipient contenant un mélange de larves et de leur milieu d'élevage ;
 - en ce que ladite étape d'élevage (1) est suivie par une étape (3) de séparation des larves et de leur milieu d'élevage par tamisage ;
 - et en ce que le procédé comporte une étape de séchage (2) pour la réduction de l'humidité du milieu d'élevage des larves entre la fin de l'étape d'élevage et ladite étape de séparation.
- [Revendication 6] Procédé de production de larves d'insectes selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite étape de séchage (2) est pilotée par au moins un capteur d'humidité mesurant le taux d'humidité du milieu d'élevage des larves.
- [Revendication 7] Procédé de production de larves d'insectes selon la revendication précédente caractérisé en ce que la durée de ladite étape de séchage (2) est fonction d'une valeur de consigne pour l'humidité du milieu

d'élevage des larves, de l'âge des larves et de l'humidité mesurée par ledit capteur d'humidité.

- [Revendication 8] Procédé de production de larves d'insectes selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite étape de séchage (2) est réalisée par un sécheur à bande.
- [Revendication 9] Procédé de production de larves d'insectes selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite étape de séchage (2) est réalisée par un sécheur à lit fluidisé.
- [Revendication 10] Installation de production de larves d'insectes comportant une zone d'élevage des larves (10) et un équipement de séparation (22) des larves et de leur milieu d'élevage caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un sécheur (21) disposé entre ladite zone d'élevage des larves (10) et ledit équipement de séparation (22).
- [Revendication 11] Installation de production de larves d'insectes selon la revendication précédente caractérisée en ce que ledit sécheur assure une réduction du taux d'humidité du milieu d'élevage des larves d'au moins 10 points.
- [Revendication 12] Installation de production de larves d'insectes selon la revendication 10 caractérisée en ce que ledit sécheur (22) est un sécheur à bande.
- [Revendication 13] Installation de production de larves d'insectes selon la revendication 10 caractérisée en ce que ledit sécheur (22) est un sécheur à lit fluidisé.

[Fig. 1]



[Fig. 2]

