

PROGETTI DI FILIERA - FORMAT SCHEDA 16.2 SCHEDA DI SINTESI

TITOLO: in italiano max 150 caratteri (corto e facilmente comprensibile)

Lotta biologica nella stagionatura del Prosciutto di Parma

TITOLO: in inglese max 150 caratteri

Biological pest control in Parma Ham aging phase

EDITOR: persona/struttura responsabile del testo Luca Bertacca

RESPONSABILE ORGANIZZATIVO:

il responsabile della stesura del progetto e del coordinamento delle attività

Nome Luca

Cognome Bertacca

Indirizzo Via per Parma, 85 – Montechiarugolo (PR)

Telefono +39 340 1788921

e-mail info@salumificiosanpaolo.it

Ente di appartenenza Salumificio San Paolo srl

RESPONSABILE TECNICO-SCIENTIFICO:

il responsabile del team scientifico

Nome Antonio

Cognome Martini

Indirizzo Viale Fanin, 44

Telefono +39 051 209 6704

e-mail antonio.martini@unibo.it

Ente di appartenenza Università di Bologna, Dipartimento di Scienze e

Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL)

PAROLE CHIAVE in italiano

Innovazione; Prosciutto di Parma; Controllo Biologico; Piophilidae casei; Infestanti; Ecografo; Ultrasuoni; Naso Elettronico; Robot; Intelligenza Artificiale.

PAROLE CHIAVE in inglese

Innovation; Parma Ham; Biological Control; Cheese fly; Pests; Ultrasound; Ecography; Electronic Nose; Robot; Artificial Intelligence.

CICLO DI VITA PROGETTO: Data Inizio 01/05/2022 Data fine 31/10/2023

STATO PROGETTO: CONCLUSO

FONTE FINANZIAMENTO: PSR

COSTO TOTALE Euro 137.431,00 % FINANZIAMENTO: 70%.

CONTRIBUTO RICHIESTO Euro 96.201,70

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA: livello NUTS3 (province) Parma

ABSTRACT: IN ITALIANO

Durante la stagionatura del Prosciutto di Parma le cosce devono essere lasciate ferme per mesi: questo crea condizioni ideali per lo sviluppo di infestanti, in particolare la mosca *Piophilidae casei*, impossibile da controllare con insetticidi chimici. Gli obiettivi del progetto sono lo sviluppo di strategie di controllo integrato di queste mosche con parassitoidi autoctoni e strumenti quali ecografo e naso elettronico per rilevare infestazioni anche se non visibili. Un obiettivo parallelo è quello di retroingegnerizzare un robot che raccolga e conti gli infestanti in maniera autonoma grazie all'intelligenza artificiale, in modo da eseguire un controllo costante e automatizzato. Riepilogo risultati attesi: max 1500 caratteri Risultati principali (max 2-3 risultati attesi dall'attività di progetto) Principali benefici/opportunità apportate dal progetto all'utilizzatore finale, che uso può essere fatto dei risultati da parte degli utilizzatori La durata prevista del Piano è di 18 mesi, incluse due estati, periodo di maggiore sviluppo degli infestanti e l'innovazione riguarda tutte le fasi del processo produttivo. Al termine, il risultato atteso più importante

è l'ottenimento di una comprensione più profonda del comportamento di *P. casei* negli stabilimenti grazie alle indagini e ai test di laboratorio previsti. Un altro punto importante è l'individuazione di parassitoidi pupali autoctoni per *P. casei* che non attacchino i prodotti ma che siano di aiuto nel controllo biologico, in linea con le direttive vigenti (come le norme HACCP e le procedure di qualità). Nel magazzino saranno piazzate trappole in punti strategici che permettano di rilevare i punti in cui l'infestazione è più consistente. L'utilizzo di ecografo e naso elettronico, una volta validati come strumenti di ricerca, sarà utile per individuare i prosciutti attaccati e rilevare la presenza di larve in modo non distruttivo anche quando l'infestazione non è visibile (in quanto *P. casei* tende a nascondersi all'interno del prosciutto, vicino all'osso). Questo permetterà di costruire strategie efficaci per il suo contenimento e concentrarle nelle zone dove l'infestazione è maggiore. Parallelamente è prevista la retroingegnerizzazione di un robot AGV con sistema di navigazione intelligente (grazie all'intelligenza artificiale) e controllo da remoto, che permetta di aspirare in ogni angolo le forme preimmaginali di *P. casei*. Successivamente, è prevista la progettazione di un nuovo prototipo di robot AGV che sia in grado di riconoscere ed eliminare in modo autonomo le larve e le pupe di mosca, così che il personale possa dedicare meno tempo alle operazioni di pulizia. Descrizione delle attività (max 600 caratteri) Descrizione delle principali attività di progetto Il personale interno di San Paolo si occuperà di gestione e coordinamento del progetto. Bioecology lavorerà insieme all'Università di Bologna per analizzare il comportamento delle mosche, caratterizzare i parassitoidi e validare le nuove strategie di monitoraggio con ecografo e naso elettronico. Bioecology si occuperà della retroingegnerizzazione del robot AGV e della progettazione di un nuovo robot in grado di riconoscere e catturare autonomamente gli infestanti.

ABSTRACT in inglese

Parma Ham aging phase is delicate as the pork legs must be left untouched for several months: this creates the perfect conditions for the development of pests like the cheese fly *Piophilidae casei*, impossible to control using chemical insecticides. The goals of this project are the development of biological control strategies of these flies by using native parasitoids and instruments such as Ultrasound scanner and electronic nose, to detect early infestations even if they are not visible. A parallel goal is to reverse-engineer an AGV robot that collect and count fly individual autonomously by means of Artificial Intelligence to constantly control and assess for early infestations. Expected results The innovation plan is expected to last 18 months to include two summers as it is the period in which the pests are mainly active, and the innovation plan will involve all the supply chain steps. Upon completion, the main goal is to obtain a comprehensive knowledge on cheese fly behavior in the manufactory site, thanks to the in-situ assessment and laboratory tests. Another important goal is to find native Parasitoids that can control cheese fly pupae without damaging the pork legs, providing for biological control according to HACCP and product regulations. In the aging warehouse, several traps will be placed in strategic points to locate where the pests are active the most. The use of ultrasound scanner and electronic nose, once validated as pest detection method, will provide for a non-destructive to identify the hams affected by the cheese fly even if the insects are not visible (as the larvae tend to hide inside the pork leg, close to the thighbone). This will allow to build effective strategies to control the cheese fly and focus in the areas in which the presence of the insect is more consistent. At the same time, reverse engineering of the remote controlled AGV robot with AI autonomous drive will provide for a method that allows to vacuum the juvenile forms of the cheese fly even in remote corners. Consequently, it is scheduled also a new prototype project building that will autonomously identify the cheese fly maggots and pupae, allowing the production staff to save time otherwise dedicated to cleaning operations. Activity description The internal staff of San Paolo will oversee the project management. Bioecology will work together with University of Bologna to analyze the cheese fly behavior, to identify the native parasitoids and to validate ultrasound scanner and electronic nose as new detection method for pest surveillance. Bioecology will also oversee the reverse engineering of the AGV robot and of the prototype project design for a new robot that can autonomously identify and collect pest individuals.

Report finale del progetto

L'obiettivo principale è studiare un sistema di lotta integrata che permetta un efficace controllo di *P. casei* all'interno delle sale di stagionatura utilizzando parassitoidi pupali per la lotta, robot aspirapolvere per la raccolta delle pupe, ecografo e naso elettronico per la diagnosi delle infestazioni.

Per quanto riguarda la lotta biologica, il primo passo è stato effettuare dei test per capire quali fossero le specie ideali. Un parassitoide è un organismo che depone le uova all'interno di un ospite, che si sviluppano al suo interno portandolo alla morte: per questo motivo sono molto usate in lotta biologica. Per individuare specie di interesse per il progetto sono state poste alcune pupe esca e una volta ottenuto un parassitoide è stato allevato e identificato. Il parassitoide in esame è risultato essere *Pachycrepoideus vindemiae*. Questo parassitoide è stato testato su pupe di *P. casei* in laboratorio e una volta confermata la sua efficacia si è passati alla fase di test in campo.

Si è deciso di testare anche l'efficacia anche di *Muscidifurax* sp., già utilizzato nella lotta biologica alle mosche domestiche. Come per l'altra specie, è stato effettuato un test di efficacia e una volta confermata la sua capacità di attaccare *P. casei* è stato testato in campo.

Passando alla fase di test in campo, dapprima sono state costruite delle gabbie con struttura in legno e pareti in rete fine per impedire il passaggio degli insetti in una piccola saletta di stagionatura e poi lanciando in queste gabbie *Piophilina* e le due specie di parassitoidi. I dati raccolti sono stati analizzati dal team del responsabile tecnico scientifico, di cui verrà allegata la relazione, e hanno dimostrato una certa efficacia nel grado di parassitizzazione da parte di entrambe le specie.

Piophilina casei ha un comportamento particolare per cui, una volta completato il ciclo larvale, le larve mature saltano dal prosciutto di cui si sono nutrite per lanciarsi sul pavimento e completare il ciclo vitale: conoscendo questo comportamento, è stato testato un robot aspirapolvere commerciale, scelto anche per le sue dimensioni ridotte e uno professionale di maggiori dimensioni, con lo scopo di aspirarle da terra. Mentre quello professionale è risultato troppo grande per passare tra le spalliere, quello commerciale si è rivelato ottimo perché è riuscito a passare sotto le spalliere e a raggiungere anche angoli remoti in cui ha raccolto pupe. Da un successivo esame, le pupe raccolte si sono rivelate vitali e significa che il metodo ha una buona efficacia nel raccogliere pupe vitali che quindi avrebbero potuto dare luogo a ulteriori infestazioni. Questo robot ha però avuto problemi con la quantità di grasso sul pavimento ed ha quindi richiesto molta manutenzione per pulirlo.

Infine, l'ecografo è stato escluso dopo il primo test preliminare: si è rivelato uno strumento inadatto su prosciutti a lunga stagionatura per lo scarso contenuto di acqua e per la scarsa capacità dell'ecografia di "attraversare" la spessa cotica del prosciutto.

Il naso elettronico è invece uno strumento più preciso che ha richiesto una prima fase di taratura, analizzando prima dei cubetti di prosciutto di 1gr precedentemente infestati da *P. casei* e successivamente dei blocchi di prosciutto da 1kg. Analizzando interi prosciutti è stato notato come ci siano differenze significative tra i prosciutti infestati e quelli sani: nonostante sarebbe necessaria altra ricerca per aumentare il campione di riferimento e rendere i risultati ancora più efficaci, il naso elettronico si è rivelato uno strumento efficace nel rilevare la presenza di infestanti.

Seppur non ci sia stato un singolo metodo che si sia rivelato completamente risolutivo, la diagnosi con il naso elettronico e la lotta all'infestazione con parassitoidi e robot sono metodi che hanno dimostrato un certo grado di efficacia. Si ritiene che unendo questi sistemi il grado di controllo delle infestazioni possa essere soddisfacente: in futuro sarà necessario ampliare il campione di studio per verificare l'efficacia combinata in altri magazzini di invecchiamento.

Final Report

The main objective is to study an integrated pest management system that enables effective control of *P. casei* within aging rooms by using pupal parasitoids for biological control, autonomous robots for pupae collection, an ultrasound device, and an electronic nose for infestation diagnosis.

Regarding biological control, the first step involved is to conduct tests to determine the ideal species. A parasitoid is an organism that lays its eggs inside a host, which develops internally, leading to the host's death; thus, they are widely used in biological control. To identify species of interest for the project, bait pupae were set out, and once a parasitoid was obtained, it was reared and identified. The parasitoid under examination was found to be *Pachycrepoideus vindemiae*. This parasitoid was tested on *P. casei* pupae in the laboratory, and once confirmed its efficacy, field tests were conducted. The effectiveness of *Muscidifurax* sp., already used in biological control of houseflies, was also evaluated. Similar to the other species, an efficacy test was performed, and once its ability to attack *P. casei* was confirmed, field tests were carried out. For the field tests, cages with wooden structures

and fine mesh walls were constructed to prevent insect passage in a small aging room. *Piophilina* and the two parasitoid species were released into these cages. The collected data were analyzed by the technical-scientific manager's team, whose report will be attached, demonstrating a certain degree of parasitization effectiveness by both species.

Piophilina casei exhibits a particular behavior where, upon completing the larval cycle, mature larvae jump from the ham they have fed on to the floor to complete their life cycle. Based on this behavior, a commercial vacuum robot was tested, selected for its small size, along with a larger professional robot, to collect the larvae from the ground. While the professional robot was too large to pass between the racks, the commercial robot proved to be excellent as it could pass under the racks and reach remote corners to collect pupae. Subsequent examination revealed that the collected pupae were viable, indicating the method's effectiveness in gathering viable pupae that could have led to further infestations. However, this robot encountered issues with the amount of grease on the floor, requiring significant maintenance for cleaning.

Lastly, the ultrasound device was excluded after the preliminary test as it proved unsuitable for long-aged hams due to the low water content and the ultrasound's poor ability to penetrate the thick rind of the ham. Conversely, the electronic nose, a more precise instrument, required an initial calibration phase by analyzing first 1-gram ham cubes previously infested by *P. casei* and subsequently 1-kilogram ham blocks. Analyzing whole hams revealed significant differences between infested and healthy hams. Although further research is necessary to expand the reference sample and enhance result accuracy, the electronic nose proved effective in detecting the presence of infestations.

Although no single method proved entirely conclusive, the diagnosis using the electronic nose and the infestation control with parasitoids and robots demonstrated a certain degree of effectiveness. It is believed that combining these systems can achieve satisfactory infestation control. In the future, it will be necessary to expand the study sample to verify the combined effectiveness in other aging warehouses.