

Г.А. Мұқанова¹ , С. Айдарханұлы^{1*} 

¹әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан
*e-mail: zhanetta.mukanova@gmail.com

ТАҒАМ ҚАЛДЫҚТАРЫН ӨНДЕУ ҮШІН ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА HERMETIA ILLUCENS ШЫБЫНДАРЫН ӨСІРУ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа

Бұл мақалада *Hermetia illucens* шыбындарын зертханалық жағдайда өсіріп, оның дернәсілдерімен тағам қалдықтарын өндеу тиімділігі зерттелген. Жұмыста *Hermetia illucens* дернәсілдерін жасанды ортада өсіру арқылы тағам қалдықтарын өндеудің тиімділігі анықталды. Зерттеудің ғылыми-практикалық маңыздылығы – жасанды жағдайда үй немесе өндірістік деңгейде кез-келген көлемдегі тағам қалдықтарын қысқа уақыт аралығында өндеуге мүмкіндік береді.

Hermetia illucens шыбындары мен дернәсілдерін өсіру үшін жасанды ортада, оңтайлы жағдайлар жасау жолдары сипатталды. *Hermetia Illucens* құрылымы, оның иерархиясындағы орны зерттеліп, оның таралу орындары, биологиялық және өндірістік маңызы зерттелді. *Hermetia illucens* шыбындары дернәсілдері арқылы тағам қалдықтарын өндеу, оның жалпы көлемін және ылғалдылығын азайтуда тиімділігі жоғары екенін көрсетті.

Сонымен қатар, *Hermetia illucens* дернәсілдерін өсіруге қолайлы жағдай жасау үшін өндірісте қолданылатын қажетті ресурстар шығынының мөлшері және тағам қалдықтарын өндеудің тиімділігі зерттелді. *Hermetia illucens* дернәсілдері тағам қалдықтарын өндеуде басқа дернәсілдермен немесе осы бағытта қолданылатын технологиялармен салыстырғанда кез келген көлемдегі тағам қалдықтарын жоғары тиімділіктен және қысқа уақыт аралығында өндеуге қабілеттілігімен ерекшеленеді. Инсектарийдегі шыбындарға қажетті экологиялық факторлардың көрсеткіштері қарастырылды.

Түйін сөздер: *Hermetia illucens*, инсектарий, дернәсілдер, субстрат, тағам қалдықтары, өндеу, тіршілік ету циклі.

Г.А. Муканова¹ , С. Айдарханұлы^{1*} 

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
*e-mail: zhanetta.mukanova@gmail.com

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ МУХ HERMETIA ILLUCENS В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Аннотация

В данной статье исследуется эффективность выращивания мухи *Hermetia illucens* в лабораторных условиях и утилизация личинками пищевых отходов. Работа показала эффективность утилизации пищевых отходов путем выращивания личинок *Hermetia illucens* в искусственной среде. Научно-практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты позволят в искусственных условиях на домашнем или промышленном уровне обрабатывать пищевые отходы любого объема за короткий промежуток времени.

Описаны способы создания оптимальных условий в искусственной среде для размножения мух и личинок *Hermetia illucens*. Были изучены структура и место *Hermetia Illucens*, в иерархии, изучались места ее распространения, биологическое и промышленное значение. Обработка пищевых отходов личинками мух *Hermetia illucens* показала высокую эффективность в уменьшении их общего объема и влажности.

Кроме того, для создания благоприятных условий для выращивания личинок *Hermetia illucens* была исследована величина затрат необходимых ресурсов, используемых в производстве, и эффективность переработки пищевых отходов. Личинки *Hermetia illucens* отличаются высокой эффективностью и способностью обрабатывать пищевые отходы любого объема в течение коротких периодов времени по сравнению с другими личинками или технологиями, используемыми в этом направлении при обработке пищевых отходов. Рассмотрены показатели факторов окружающей среды, необходимых для мух в инсектарии.

Ключевые слова: *Hermetia illucens*, инсектарий, личинки, субстрат, пищевые отходы, переработка, жизненный цикл.

G.Mukanova¹ , S. Aidarkhanuly^{1*} 

¹*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

*e-mail: zhanetta.mukanova@gmail.com

THE EFFECTIVENESS OF GROWING HERMETIA ILLUCENS FLIES IN LABORATORY CONDITIONS FOR THE DISPOSAL OF FOOD WASTE

Abstract

This article examines the effectiveness of growing the *Hermetia illucens* fly in laboratory conditions and the disposal of food waste by larvae. The work showed the efficiency of food waste disposal by growing *Hermetia illucens* larvae in an artificial environment. The scientific and practical significance of the study lies in the fact that it allows processing food waste of any volume in a short period of time under artificial conditions at the home or industrial level.

The methods of creating optimal conditions in an artificial environment for the reproduction of flies and larvae of *Hermetia illucens* are described. The structure of *Hermetia Illucens*, its place in the hierarchy, the places of its distribution, biological and industrial significance were studied. The treatment of food waste by the larvae of *Hermetia illucens* flies has shown high efficiency in reducing their total volume and humidity.

In addition, in order to create favorable conditions for the cultivation of *Hermetia illucens* larvae, the amount of the necessary resources used in production and the efficiency of food waste processing were investigated. *Hermetia illucens* larvae are characterized by high efficiency and the ability to process food waste of any volume for short periods of time compared to other larvae or technologies used in this direction in the processing of food waste. The indicators of environmental factors necessary for flies in an insectarium are considered.

Keywords: *Hermetia illucens*, insectarium, larvae, substrate, food waste, processing, life cycle.

Қысқашы. Қазіргі таңда тамақ өнеркәсібі, мейрамхана, асхана және үй тұрмысынан шығатын тағам қалдықтарын өңдеу өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Еліміздегі “Тағам қалдықтарын өңдеу ассоциациясы” мәліметтері бойынша Алматы қаласының өзінен айына жүздеген тонна тағам қалдықтары шығады. Осыған орай, бұл зерттеуімізде *Hermetia illucens* шыбындары дернәсілдерімен тағам қалдықтарын қайта өңдеуге зерттеулер жүргізу өз кезегінде үлкен масштабта әртүрлі көлемдегі қалдықтарды өңдеуге мүмкіндік береді. Жарамдылық мерзімі өткен азық-түлік және қоғамдық тамақтандыру қалдықтары *Hermetia illucens* дернәсілдерін өндіру үшін өте тиімді және қолжетімді шикізат көзі болып табылады. Бірақ оны пайдалану, жинау және тасымалдау қосымша шығындарды талап етеді. Жарамдылық мерзімі өтіп кеткен тамақ өнімдері мен тамақ қалдықтарын кәдеге жарату тамақ өнеркәсібі мен сауда кәсіпорындары үшін өзекті мәселе. Бұл барлық өнімдердің жарамдылық мерзімі шектеулі болғандықтан, олар адам үшін қауіпті болып келеді. Бұзылған тағам да қоршаған ортаға қауіп төндіреді. Бұл микроорганизмдердің, саңырауқұлақтардың және басқа да зиянды организмдердің түрлері үшін оңтайлы көбею алаңы бола алады. Азық-

түлік қалдықтарының өзі қауіп төндірмесе де, жоғары температураның әсерінен қауіпті ауруларды тасымалдаушы шыбын, тарақан және егеуқұйрықтар үшін таптырмайтын орта. Егер әртүрлі тамақ қалдықтарын, шикізат көзі ретінде қарастыратын болсақ, олардың көлемі елімізде күн сайын артып, қоршаған орта ластануына, сондай-ақ түрлі аурулардың таралуына ықпалын тигізіп отыр. Қазіргі уақытта халық санының артуына байланысты тағам тұтыну көлемі де артуда. Ал ол өз кезегінде қалдықтардың үлкен көлемде жиналуына себеп болып отыр. Тағам қалдықтарын өндеудің және оны кәдеге жаратудың балама шешімдерін іздегенде, біз осы қалдықтармен қоректенетін немесе жиі кездесетін жәндіктерге назар аудардық, себебі қазіргі уақытта осы бағытта бұл тәсілдерді қолдану таптырмас шешім.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмысы әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің Ғылыми технологиялық паркіндегі жылыжайда жүргізілді. *Hermetia illucens* дернәсілдерін Ресейден алдыртып, дернәсілдер бізге қуыршақ түрінде, яғни шыбынға айналып ұшар кезеңінде келді. Дернәсілдерді инсектарийға салып, *Hermetia illucens* шыбындарына оңтайлы жағдай жасау үшін жасанды ортасын жасадық. Ондағы температура, жарық және ылғалдылық басты жағдайлардың бірі болғандықтан, оны қатаң сақтадық. Әрине, алғаш зерттеулеріміз тәжірибе болмағандықтан теріс нәтижелерін беріп, кейіннен оң нәтижелерін тапты.

Қара сарбаз шыбынының дернәсілдерімен қалдықтарды өндеу әдісі негізінен келесі іс-шараларды қамтыды:

- қалдықтарды жинау;
- қалдықтарды зертханаға жеткізу;
- қалдықтарды өндеуге дайындау (субстрат ылғалдылығын 70-80% аралығында қалыпқа келтіру, дернәсілдер өсіру үшін оңтайлы);
- жұмыртқаларды өндіру және жинау;
- дернәсілдерді өндеуге дайындалған субстратта өсіру;
- өңделген субстраттан дернәсілдерді бөлу;
- өңделген субстраттан органикалық тыңайтқыш алу – зоогумус.

Бүлінген көкөністер, жемістер, дернәсілдерге ұсақталған немесе паста түрінде берілді [1].

Жарамдылық мерзімі өткен азық-түлік және қоғамдық тамақтандыру қалдықтары *Hermetia illucens* дернәсілдерін өндіру үшін өте тиімді және қолжетімді шикізат көзі болып табылады. Бірақ оны пайдалану, жинау және тасымалдау қосымша шығындарды талап етеді. Жарамдылық мерзімі өтіп кеткен тамақ өнімдері мен тамақ қалдықтарын кәдеге жарату тамақ өнеркәсібі мен сауда кәсіпорындары үшін өзекті мәселе болып табылады. Бұл барлық өнімдердің жарамдылық мерзімі шектеулі болғандықтан, олар адам үшін қауіпті болып келеді. Бұзылған тағам да қоршаған ортаға қауіп төндіреді. Бұл микроорганизмдердің, саңырауқұлақтардың және басқа да зиянды организмдердің түрлері үшін оңтайлы көбею алаңы бола алады. Азық-түлік қалдықтарының өзі қауіп төндірмесе де, жоғары температураның әсерінен қауіпті ауруларды тасымалдаушы шыбын, тарақан және егеуқұйрықтар үшін таптырмайтын орта болып келеді [2-3].

Hermetia illucens дернәсілдері біздің климатта тіршілік ете алмағандықтан арнайы ортада өсіріледі. Ересек дернәсілдердің популяциялары арнайы модульдерде – инсектарийлерде өсірілді, онда шыбындар үшін ең қолайлы температура + 30°C - + 38°C, ылғалдылық - 70%, күндізгі жарық ұзақтығы 12 сағат болды (сурет 1).

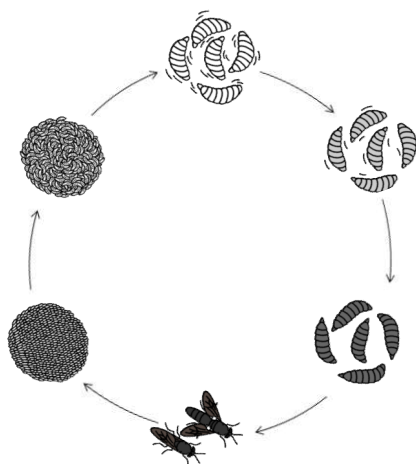
Бұл ортада *Hermetia Illusens* жұмыртқалары өндіріледі. Шыбындар бұл ортада тек көбеюмен ғана айналысып, жұмыртқаларын арнайы орынға салады. Мұндағы инсектарийлардың көлемі 150*90*90 см. Бұл көлемдегі инсектарий шыбындардың қуыстар мен ұяшықтарға салған жұмыртқаларын алу, суын ауыстыру сияқты қызметтерде тиімді болып келеді. Әрбір ұяшықта ұяшықпен жұмыс жасау үшін қол сиымды терезе қажет болады. Өлшемдері 40*40 см және ол жәндіктердің ұшып кетуіне жол бермеу үшін жасалынған [4].

Шыбындардың ішетіндер суларын автоматты түрде беру тиімді болып келеді. Инсектарийдің алдыңғы бөлігінің бойымен ішкі жағынан еденге тереңдігі 5 сантиметрден аспайтын ыдыс орнатылды.



Сурет 1. *Hermetia illucens* шыбындарын арнайы ортада өсіру (инсектарий)

Ыдыстың ішіне ылғалды жақсы сіңіретін губка қойылды. Бұл бізге шыбындардың мезгілді су ішіп тұруына және тұншығып қалмауына жағдай жасады. Шыбындардың тіршілік ету мерзімі 14 – 15 күн аралығын қамтиды. Шыбындардың жұмыртқадан шыбынға дейінгі циклі төмендегі сызбада келтірілген (сызба 1).



Сызба – 1. *Hermetia Illusens* шыбындарының тіршілік ету циклі

Hermetia Illusens, жұмыртқадан шыбын болып ұшуға дейінгі толық цикл шамамен 45 күнді құрайды (сызба-1). *Hermetia Illusens* шыбындарын жасанды ортада өсіріп, олардан жұмыртқалардың жоғарғы мөлшерін алу үшін тиісті қолайлы орта жасалынды. Мұндағы біздің басты міндет - салынған әр инсектарийдегі шыбындардан жоғары мөлшерде жұмыртқалар салмағын алу, яғни шыбындарға орта қолайлы болған сайын жұптасу саны жоғарылап, жұмыртқа массаларының артуына алып келеді.

Қуыршақ дернәсілдер шыбынға айналуға дайын кезеңдегі дернәсілдер. Бұл кезеңдегі дернәсілдерді уақытында инсектарийға орналастырмаса немесе басқа да мақсатта пайдаланбаса

шыбынға айналып, ұшып кету мүмкіндігі бар. Мұндағы зерттеуіміздің мәні - әр торға неше көлемде қуыршақ дернәсілдерді салу қажет болатынын анықтауға мүмкіндік береді. Инсектарийға салынатын қуыршақ дернәсілдердің оңтайлы мөлшерін анықтау үшін үш нұсқада зерттеуімізді жасадық (кесте 1). Бұл бізге үлкен көлемдегі өндіріске шығуға мәліметтер береді.

Кесте-1. Инсектарийге қойылған нұсқалар және оның көрсеткіштері

№	Зерттеуге қажетті нұсқалар	Инсектарийге салынған дернәсілдер салмағы (кг)	Жарық уақыты (сағ)	Ылғалдылық %
1	Инсектарий - №1	2	12	70-80%
2	Инсектарий - №2	3		
3	Инсектарий - №3	4		

Жоғарыда келтірілген кестеде үш инсектарийге әр түрлі салмақта қуыршақ дернәсілдерін орналастырдық. Мұндағы жасанды жарық уақыты 12 сағатқа қойылды. Бөлме ішіндегі ылғалдылық 70-80% аралығында болды. Инсектарийлердің үшеуі де бір бөлмеде орналасты. Осыған орай, барлық инсектарийлерге бірдей жағдай жасалынып отырды және оларға салынған әр салмақтағы қуыршақ дернәсілдердің барлығы бір мезгілде туылған. Сол себепті, олардың көлемдері де біркелкі болып өсті. Инсектарийге салынған бұл қуыршақ дернәсілдердің барлығы бір күнде шыбын болып ұшты. Мұндағы ең басты мақсат, жоғары көлемде жұмыртқа салмағын алу. Жұмыртқа салмағы олардан шығатын дернәсілдер санына, қалдықтарды қысқа уақытта өңдеуге және дернәсілдер биомассасының жоғары болуына тікелей байланысты болады.

Hermetia illucens шыбындары жұмыртқаларын сурет 2-де көрсетілген ағаштан жасалған саңылауларға салады, сонымен қатар оларды жинау уақыты 2-3 күн сайын орындалып отырады. Себебі, жұмыртқа салу орындарына қалдырған жұмыртқалар 2-3 күн аралығында инкубациялық кезенді өткереді, сондай-ақ оларды жинау уақыты осы аралықтан асып кетсе, жұмыртқалардан дернәсілдер жарып шығып, популяцияның азаюына алып келеді [5].



Сурет 2. *Hermetia Illucens* жұмыртқаларын жинау процесі

Салынған жұмыртқаларын арасына 2 күн салып жинап отырдық (сурет 2). Жиналған жұмыртқалар инсектарий бөлмесінде толығымен жарып шығу үшін арнайы кебектен жасалған субстраттың бетіне орналастырдық.

Жұмыртқалардан дернәсілдер жарып шыққан кезінде өте нәзік келеді. Осы кезеңде олар кебектен дайындалған ортаға салынады. Себебі, зерттеу тәжірибемізде жұмыртқадан шығатын дернәсілдерге субстраттың ылғалдылығы тым жоғары болса, тұншығып, популяцияның азаюына алып келеді. Кебектен жасалған субстрат ауа өткізу қабілеті жоғары болғандықтан, дернәсілдердің жылдам өсуіне ықпалын тигізеді. *Hermetia illucens* дернәсілдері субстраттың 70% ылғалдылығында жылдам дамиды [6].

Қалдықтарды өңдеуде бассейнді, стеллажды, жәшікті әдістер бар. Оның ішінде біздің зерттеуімізге қолайлы жәшікті әдісті қолдандық. Әр жәшікке және оның көлеміне сәйкес шыбын дернәсілдерінің (4-5 күндік) мөлшері салынды. Бұл жердегі біздің міндетіміз – жәшікті әдісті қолданғаннан соң оның көлеміне қарай жаңадан шыққан дернәсілдерді тағам қалдықтарына орналастырамыз. Әрі қарай дернәсілдер қалдықтарды толығымен өңдейді және өсу процесінде олардың массасын 600-700 есе арттырады [7].

Hermetia Illusens дернәсілдерін тамақтандыруға жарамды қалдықтардың мөлшерін немесе жануарлар ақуызының дәстүрлі көздерін (әдетте балық ұны) басқа тағамға ауыстыру үшін пайдаланылатын ақуыз жемінің қажетті мөлшерін анықтап алдық. Дернәсілдерді өсіру үшін шаруашылықтың барлық көрсеткіштерін есептеуде мынадай жағдайларды ескердік:

- тірі дернәсіл биомассасы мен зоокомпосттың бір тонна қалдықтардан шығу нормаларын;
- бір тонна қалдықтарды өңдеуге қажетті дернәсілдердің (немесе жұмыртқалардың) санын;
- инсектарийдің пайдалы көлемі 1 м³-тан максималды алынған қара сарбаз шыбынының аналық жұмыртқаларының санын;
- аналық жұмыртқаларының циклдік енуі, жәндіктердің тіршілік циклін;
- өндірісте жұмыртқалардың біркелкі жеткізілуін;
- дернәсілдерді өсіруге арналған контейнердің пайдалы ауданын;
- дернәсілдер мен шыбындарды ұстаудың оңтайлы шарттарын;
- өндірістің қалыпты жұмысын сақтау үшін көмекші бөлмелердің ауданын;
- дернәсілдерді қоректендіру үшін қалдықтардың қол жетімділігін;

Hermetia Illusens дернәсілдері тағам қалдықтарының барлық түрін өңдеуге қабілетті болып келеді. Олар органикалық қалдықтардың көптеген түрлерінде: қоқыс, ас үй қалдықтары, қағаз, түрлі компосттар және кофе қалдықтарында сәтті дами алады. Дернәсілдер бірнеше апта бойы кофе мен цитрустық сияқты қалдықтарда өмір сүре алады, бірақ дернәсілдерді тек осы субстраттарда өсіру олардың қажетті көлемде өсуіне кедергі келтіреді. Кофеден алынған кофеин, дернәсілдердегі зат алмасу жылдамдығын арттырады және оларды белсенді етеді, сондықтан басқа жемдік ортаға кофе негізіндегі компоненттерді қосу қалдықтарды өңдеу жылдамдығын едәуір арттырады. Дернәсілдер ет пен май сияқты жануарлардан алынатын кез-келген өнімді өңдеуге қабілетті. Дегенмен, қалдықтардың бұл түрлерін шикізаттың басқа түрлерімен, мысалы, көңмен біріктірген дұрыс [8]. Оларды дернәсілдерге оңтайлы етіп, ылғалдылығы 80-90% ға келтіру осы жұмыс барысындағы маңызды қызметтердің бірі болып табылады. Сондай-ақ, осы зерттеуімізде тағам қалдықтарын араластырып, бір күйге келтіргеннен соң ылғалдылығы төмен болса - су, ал жоғыры болса – бидай кебегін қосу арқылы келтірдік. Бидай кебегін қосу себебіміз – өзі арзан және дернәсілдердің өсуіне қоректік элементтерге бай болып келеді.

Мындаған жылдар бұрын адамдар жай ғана шұңқыр қазып, қоқыс пен қалдықтарды көміп тастаған. Бұл алғашқы адамдар үшін тиімді әдіс болды, өйткені олардың популяциясы салыстырмалы түрде аз болды және олар қазіргі адамдар сияқты бірдей көлемде зиянды қалдықтар шығармайды [9].

Қазіргі уақытта дүние жүзінде барлық органикалық қалдықтарды көму мәселені шешпейді. Ежелде адамдар өте аз қалдық шығарып, олар өндірген заттар жылдам биологиялық ыдыраған, ал қазіргі уақытта адамдар әлдеқайда көп қалдықтарды шығарады және олардың

көпшілігінің құрамы әртүрлі синтетикалық заттардан құралған. Сондықтан олардың биологиялық ыдырауы өте баяу. Осыған байланысты қалдықтардың көптеген түрлері топыраққа, жер асты суларына және қоршаған ортаға зиян тигізеді [10].

Органикалық қалдықтарды өңдеу үшін шыбын дернәсілдерін пайдалану шамамен 100 жыл бұрын ұсынылған. Содан бері көптеген зертханалық зерттеулер шыбындардың бірнеше түрлерінің органикалық қалдықтарды ыдыратуға қолайлы екенін көрсетті, бұл үшін үй шыбындары (*Musca domestica*) және қара сарбаз шыбыны (*Hermetia illucens*) ең көп зерттелген жәндіктер болып табылады. Үй шыбындарының дернәсілдері аралас тағаммен қоректенетін жануарлардың тезегінде жақсы өседі, ал қара сарбаз шыбындарының дернәсілдері ыдырайтын органикалық заттардың көп түрін өңдей алады [11-12]. Қара сарбаз (*Hermetia illucens*) дернәсілдері органикалық қалдықтарды, тамақ қалдықтарын және өсімдік қалдықтарын азайту үшін тиімді қолданылады. Дернәсілдердің жоғары өнімділігі қалдықтарды бағалы тыңайтқышқа айналдырады. Қалдықтарды өндеген кезде биологиялық деградация процесі орын алып, субстраттың температурасы көтеріледі, рН – бейтарапты ортадан сілтілі ортаға ауысады, аммиактың бөлінуі жоғарылап, ылғалдылық дәрежесі төмендейді. Сонымен қатар кейбір патогенді микроорганизмдердің жүктемесі айтарлықтай азаяды [13].

Hermetia illucens дернәсілдері, тағам қалдықтарын табиғи күйінде өңдейді, сонымен қатар үй жануарлары мен құстар және балықтардың негізгі құрама азығы болып табылады. *Hermetia illucens* шыбындарының дернәсілдері органикалық қалдықтарын тұтыну арқылы оларды утилизациялап, өздері тірі биомассаға айналады, ол үй жануарлары үшін жоғарғы сапалы дәрежедегі ақуызды азығы болып табылады.

Қытай, Ресей, АҚШ, Мексика, Шығыс Еуропа, Израиль, Австралия, Орталық және Оңтүстік Америка ғалымдары тағам қалдықтарын, сол сияқты органикалық қалдықтарды пайдалы биомассаға айналдырудың түрлі әдістерін қолдануда [14-15].

Қазіргі уақытта халық санының артуына байланысты тұтынудың көбеюінен әртүрлі тамақ және де басқа да ауыл шаруашылығы қалдықтары және оның еліміздегі көлемі жыл сайын артып, оларды өңдеу өзекті мәселе болып отыр. Соңғы жылдары ауыл шаруашылығының, әсіресе құс пен мал шаруашылығының прогрессивті дамуын ескерсек, оның көлемі мен қолжетімділігі уақыт өткен сайын арта бермек.

Жоғарыда аталған органикалық қалдықтарды кәдеге жаратудың балама шешімдерін іздеген кезде, біз осы қалдықтармен қоректенетін немесе олардың көптеген ұрпақтарын қоректендіру үшін пайдаланатын жәндіктерге назар аудардық.

Үй шыбындары мен *Hermetia Illusens* шыбындарын дернәсілдерін өсіру бойынша ең алғашқы заманауи зерттеулерді 1959 жылы Фурман, Янг және Кэтс зерттеушілері жүргізді [16]. *Hermetia Illusens* шыбындарының дернәсілдерінің өндірістік тиімділігі олардың популяциясының мөлшеріне байланысты. 1970 жылдарда ғалымдар жоғары сапалы және арзан құс жемін алу мәселесімен айналыспағанға дейін ауқымды зерттеулер жүргізілмеді. Шыбын дернәсілдері құстардың табиғи рационының бөлігі болғандықтан, ғалымдар алдымен шыбындардың әртүрлі түрлеріне және олардың дернәсілдеріне назар аударды (сурет 1) [17].

Зерттеуші Хейл 1973 жылы *Hermetia Illusens* дернәсілдері мен шыбындарына тәжірибелер жүргізді. 1977 жылы ғалымдар Ньютон, Хейл, Воорам және Баркер олардың шошқаларға жем қоспасы ретінде қолданылуын зерттеді. Дернәсілдер сол кезде тезек құрттары ретінде белгілі болған және табиғи түрде шошқа мен ірі қара малдың тезек үйінділерінде, сондай-ақ құс саңғырығында көптеп тіршілік еткен. *Hermetia Illusens* шыбынының дернәсілдері көң мен тезекті өңдеуді жеделдетуге айтарлықтай әсер етеді, сонымен қатар әртүрлі аурулардың тасымалдаушылары үй шыбындарының популяциясын айтарлықтай азайтуға қабілетті [18-19].

Содан бері бүкіл әлем ғалымдары *Hermetia Illusens* шыбынының дернәсілдері бойынша көптеген қосымша зерттеулер жүргізді. Мұндай зерттеулердің аумағы планетаның батыс

жарты шарының көп бөлігін және Самоадан Гавай аралдарына дейінгі Австралия аймағын қамтиды. Шыбындарының популяциясы Оңтүстік Америка мен Азияда да табылған.

Hermetia illucens - Америка Құрама Штаттарының оңтүстік-шығысында тараған. Ересектері жұптасып тіршілік етеді және жұмыртқаларын дернәсілдердің болашақ мекендеу орындарында қуыстар мен саңылауларға салады. *Hermetia illucens* шыбыны зиянкес ретінде танылмайды, сонымен қатар ересектер дернәсілдік кезеңде алынған қоректік заттармен тіршілік етеді [20].



Сурет 1. Қара сарбаз (*Hermetia Illusens*) шыбыны

Hermetia illucens дернәсілдеріне әсер ететін қоршаған орта факторларының әсеріне өте төзімді болып келеді. Қазіргі уақытта дернәсілдер үшін оңтайлы ортаның рН көрсеткіштері туралы ғылыми ақпарат аз. Дегенмен: *Hermetia Illusens* шыбынының дернәсілдері рН-тың кең диапазонында және тек цитрус қалдықтарынан алынған компостта өмір сүре алды [21]. Дернәсілдер экологиялық қолайсыз жағдайларда өмір сүру қабілетіне қарамастан, ересек шыбындар өте сезімтал тіршілік иелері болып табылады. Олар инсектарий торларында да, жабайы табиғатта да аз ұшады, себебі, олардың шағу қабілеті төмен, өйткені олардың жақ аппараты нашар дамыған және пупариумнан (куыршақ) шыққаннан кейін қоректенбейді. Ересек шыбын жәндіктері 8-9 күн ғана, кейде жақсы жағдайда 15 күнге дейін тіршілік етеді, дернәсілдік кезеңде жинақталған ақуыз қорын тіршілік үшін қуат көзі ретінде пайдалана отырып, тек сумен қоректенеді [22-23].

Осы себептерге байланысты олар басқа шыбындар, соның ішінде кәдімгі *Musca domestica* үй шыбыны сияқты ауруды тасымалдамайды. *Hermetia Illusens* шыбындары құс фабрикалары мен мал фермаларынан шыбындардың басқа түрлерін толығымен ығыстырып шығара алады, яғни олардың осы қабілетін мамандандырылған ауыл шаруашылығы кәсіпорындарында белсенді түрде пайдалану керек [24].

Жәндіктер мен олардың дернәсілдерін пайдалану органикалық қалдықтардың табиғи түрде жойылуына ықпал етеді, ал өндірілген дернәсілдердің немесе жәндіктердің өзі көптеген ірі жануарлар мен құстар үшін сапалы тағам болып табылады.

Ғалымдар жәндіктер дернәсілдерінің қалдықтарды қорыту процестерін зерттеп, одан кейін жоғары сапалы жем өндірісі туралы көптеген зерттеулер жүргізілген. Бірақ, біздің елде бұл тақырыпқа арналған зерттеулер өте аз [25-26].

Нәтижелер. Жұмыртқадан шыққан майда дернәсілдерді 2-3 күн бойы +30°C - +35°C жоғары температураны сақтайтын арнайы шағын модульде өсірдік. *Hermetia illucens* шыбынының дернәсілдері тіршілік етуінің минималды температурасы 0°C болды. Мұндай

ауа температурасында дернәсілдер төрт сағат бойы тірі қалуға қабілетті. Дернәсілдер +30°C - +35°C аралығындағы температурада тағам қалдықтарын оңтайлы өңдейді. 10°C төмен температурада дернәсілдер қоректенуін тоқтатады. Дернәсілдердің өзі субстратта температуралық режимді жасайды. Дернәсілдердің тіршілік ете алатын максималды температурасы +45°C, температураның одан әрі жоғарылауы дернәсілдердің жаппай қырылуына әкеледі.

Кесте -2. Зерттеуге қойылған инсектарийлерден алынған жұмыртқалар салмағы

№	Инсектарий атаулары	Қуыршақ дернәсілдер салмағы (кг)	Жұмыртқа жинау тәуліктері (гр)					Барлығы (гр)
			1	4	7	10	13	
1	№1 инсектарий	2	0,3	2,4	3,5	2,8	0,9	9,9
2	№2 инсектарий	3	0,4	3,1	4,8	5,2	1,8	15,3
3	№3 инсектарий	4	0,4	2,7	3,4	3,2	1,2	10,9
4	Жалпы салмағы	36,1						

Он үш күн ішіндегі, үш инсектарий жұмыртқалар салмағы бойынша, осы аралықта жалпы салмағы 36.1 гр *Hermetia illucens* жұмыртқалары алынды (кесте-2). Дернәсілдер өте ұсақ жұмыртқалардан шығады, одан кейін олар дайындалған қоректік ортаға салынады. Барлық инсектарий ішінде №2 - инсектарийде салынған қуыршақ денәсілдерінің салмағы 3 кг, ал алынған жұмыртқалар салмағы 15.3 гр яғни ең үлкен көрсеткішке ие болды. Үшінші инсектарийге салынған қуыршақ денәсілдерінің салмағы 4 кг болғанына қарамастан жұмыртқа салмағы 10.9 гр құрады.

Сондай-ақ №3-ші инсектарийдегі салынған қуыршақ дернәсілдер массасы екі инсектарийге қарағанда басым болған, бірақ алынған жұмыртқа салмағы төмен болды. Мұнда, шыбындар популяциясы басым болғанымен, жұптасу және жұмыртқа салу тиімділігі өте төмен екеніне көз жеткіздік. Себебі, инсектарийде шыбындар көп болған жағдайда ұшып-қону мүмкіндігі төмендеп, тіршілігін ерте тоқтатуға алып келеді.

Зерттеу жұмысының нәтижесі бойынша 150*90*90 см көлемдегі №2 инсектарийге 3 кг қуыршақ дернәсілдердің салу жоғары нәтиже берді.

Ересек *Hermetia Illusens* шыбындарын жұптастыру үшін оңтайлы ылғалдылық шамамен 70-80% , сондай-ақ дернәсілдерді өнеркәсіптік деңгейде өсіру кезінде қоректік ортаның және инсектарийдегі ауаның ылғалдылығын қадағалау өте маңызды.

Жәшіктердегі дернәсілдер 14-16 күннен кейін қоректену процесін тоқтатады (сурет 5).



Сурет 5. Қалдықтарды өңдеп, қоректену процесін тоқтатқан дернәсілдер

Қоректену процесін тоқтатқаннан соң дернәсілдер ақ түстен қара түске айналып шыбын болып ұшуға дайындалады. Бұл кезеңде қоректік ортадан дернәсілдерді бөліп алу үшін електен өткіземіз. Електен өткен дернәсілдердің қажетті бөлігін инсектарийға алып, қалған бөлігін басқа мақсаттарға пайдалануға жібереміз. Яғни балық шарушылығына балықтардың азығы ретінде, құстарға қорек ретінде қолдануға болады.

Осу шегіне жеткен дернәсілдерді дамудың соңғы кезеңінде қоректік ортадан табиғи түрде бөлу тәсілін қолдандық. Қоректену кезеңін тоқтатқан дернәсілдер қара түске айналып, шыбын болып ұшуға дайындалады. Бұл дернәсілдер жәшігін 35⁰-бұрышты көлбеу қойып, оларды ылғалдандырамыз. Ылғалданған дернәсілдер қоректік ортадан оңай бөлініп шығады (сурет 6).



Сурет – 6. Осу шегіне жеткен дернәсілдердің қоректік ортадан шығу процесі

Қара түске айналған дернәсілдер өздеріне қолайлы орта іздей бастайды. Сондықтан, оларға ылғалдылық орта қолайсыз болып, құрғақ орта іздейді. Бұл тәсіл ең қарапайым тәсіл болып табылады. Бұл тәсілді тағам қалдықтары толық өңделмеген, оларды електен өткізу мүмкін болмаған жағдайда қолдандық. Мұнда, дернәсілдер бөлініп шыққанмен, жүру процесі өте ұзақ. Негізінен, тағам қалдықтары толық өңделген кезде, оның ылғалдылығы електен өтуге мүмкіндігі болған жағдайда мұндай қиындықтар орын алмайды.

Қазіргі таңда *Hermetia illucens* шыбындары мен дернәсілдерін зерттеу - қалдықтарды өңдеуде тиімділігі жоғары технологиялардың бірі болып отыр. Тек елімізде ғана емес, бүкіл дүние жүзінде күніне мыңдаған тонна тағам қалдықтары көміліп немесе полигондарға ашық күйінде төгілуде [25]. Бұл өз кезегінде қоршаған ортаның ластануына, сондай-ақ түрлі аурулардың таралуына септігін тигізіп отыр. *Hermetia illucens* дернәсілдері тағам қалдықтарын өңдеуде 95%-ға қалдықсыз технология болып табылады. Сондықтан, бұл технологияны егжей-тегжейлі зерттеу қазіргі таңдағы өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Hermetia illucens өсіру технологиясын ең алдымен инсектарий бөлмесін дайындаудан басталды. *Hermetia illucens* шыбындары біздің климатта тіршілік етуге қабілетсіз болғандықтан, инсектарий бөлмесіне жасанды климат жасадық. Оның ішіне жарық, жылу, ылғалдылық көрсеткіштерін қолмен жасап орналастырдық. Бұл көрсеткіштердің барлығы автоматты түрде жұмыс жасайды. Яғни, қажет кезінде қосылып, өшіп отырады. Инсектарийді күнделікті бақылап отыру өте маңызды. Осыған байланысты инсектарийдегі күнделікті жасалған жұмыстар тізімі келесідей:

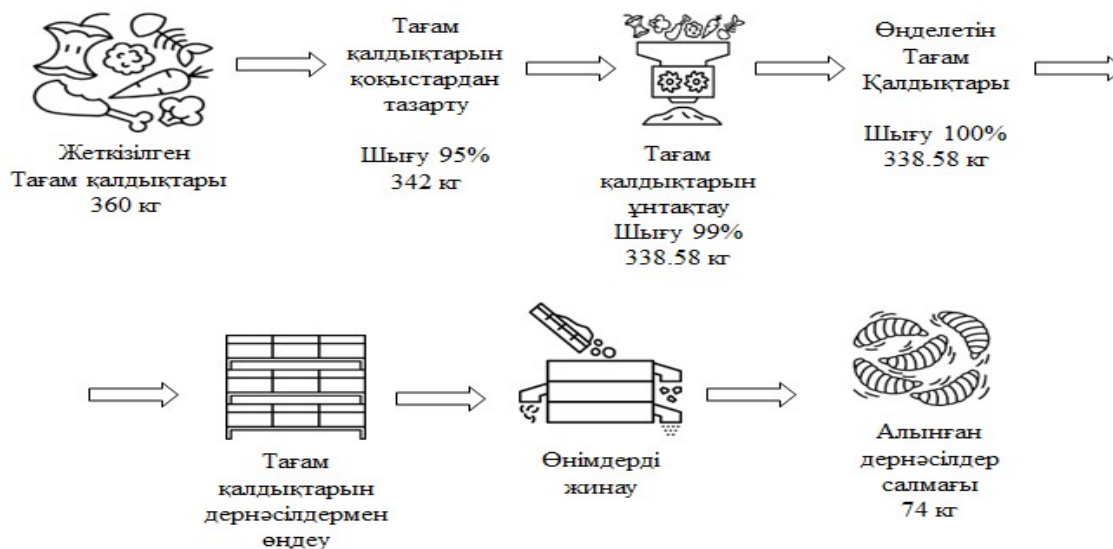
1) Ең алдымен, шыбындар ішетін ыдыстардағы судың мөлшерін тексеріп, қажет болған жағдайда оған арналған ыдыстарды таза сумен толтырып отырдық;

2) Инсектарийдегі ылғалдылықты тұрақты ұстау үшін ылғалдандырғыш қондырғы жұмыс жасайды, оның су мөлшерін күнделікті тексеріп отыру маңызды;

3) Инсектарий ішіне қойылатын суды барлық шыбындар тұтына алмайды, сондықтан, қосымша су бүріккіш құрылғысымен әр 2-3 сағат сайын шашып отырамыз. Мұнда, судың құрамына қант қосылады. Бұл шыбындардың тіршілігін және иммунитетін арттыруға ықпал жасайды;

4) Шыбындардың жұмыртқа салу орындарын бақылау және оның астындағы иіс шығарушы субстраттың ылғалдылығын қадағалап отырдық;

Қалдықтарды өңдеу, оның ішінде тағам қалдықтарын өңдеуде жүргізілген зерттеуіміз оң нәтижелерін тапты. Тағам қалдықтары бізге әр түрлі ылғалдылықта келеді, біреуі сорпа күйінде болса, біреуі құрғақ күйінде келеді. Сондықтан оларды бір ылғалдылыққа келтіру үшін қатты бөліктерін ет турағыштан өткізіп, сұйық күйдегі қалдықтарға бидай кебегін қосу арқылы ылғалдылығын 80-90% ға келтіріп аламыз. Одан кейін әр жәшіктің көлеміне сәйкес салынған жұмыртқалардың салмағына қарай тағам қалдықтарын күнделікті беріп отырдық. Тағам қалдықтарын өңдеу процесін төмендегідей сызбамен келтірдік (сызба 2).



Сызба – 2. Тағам қалдықтарын дернәсілдермен өңдеу сызбасы

Жалпы зерттеуімізге жеткізілген тағам қалдықтарының салмағы 360 кг құрады. Тағам қалдықтарының ішінде өзге де қалдықтар кездеседі (Сызба – 2) Себебі, тамақтану орындарында немесе басқа да шығатын көздерде жүз пайыз тағам қалдықтары сортталып жиналмайды. Жеткізілген тағам қалдықтарын қоқыстардан тазарту барысында жалпы салмағының 5 % -ы кеміп, 342 кг құрады. Тағам қалдықтарынан қоқыстар тазартылғаннан кейін оны ұнтақтау қызметіне жөнелтілді. Бұл қызметтен кейін шығатын тағам қалдықтарының тиімділігі 99 %-ды құрады. Қалған 1 %-ы сүйек сияқты қатты қалдықтар. Одан кейін өңделген тағам қалдықтарының салмағы 338.58 кг құрады. Мұнда тағам қалдықтары өңделгеннен кейін ешқандай жағымсыз иіске ие емес және борпылдақ құрылымға ие болды, ал дернәсілдердің салмағы 74 кг құрады, бұл он төрт күннің ішіндегі 36.1 гр жұмыртқадан шыққан дернәсілдер. Тағам қалдықтары өңделгеннен кейін шығатын субстрат тыңайтқыш бола алады. Оны – зоогумус деп атайды. Бұл туралы келесі зерттеулерімізде жазатын боламыз.

Тағам қалдықтарын өңдеген кезде олардың ылғалдылығы қадағаланды. Жоғарыдағы зерттеу нәтижелеріне сәйкес тағам қалдықтарын өңдеуде біз дернәсілдердің тиімділігі өте жоғары деп есептейміз.

Талқылаулар. Тағам қалдықтарын өңдеуге Алматы қаласындағы Mediterra заманауи емханасының асханасынан шикізат алынды. Ол жерден күніне 100 келідей тағам қалдықтары шығады. Бірақ, біз үшін бұл қалдықтардың көлемі өте үлкен болғандықтан, тек өзімізге қажетті көлем алынды. Тағам қалдықтары құрамына барлық күнделікті өзіміз тұтынатын азық-түлік қалдықтары кіреді. Тағам қалдықтары арнайы сортталмайды сондықтан дернәсілдерге жалпылама араласқан қалдықтар түрінде беріледі.

Жалпы дүние жүзінде тағам қалдықтарын *Hermetia illucens* дернәсілдерімен кәдеге жарату технологиясы бар елдерде, олардың өндірісіне келіп түсетін қалдықтардың барлығы араласқан күйде келеді. Себебі, бұл дернәсілдер кез-келген органикалық қалдықтарды талғамсыз өңдей алады. Сондықтан, тағам қалдықтарын сорттаудың еш мәні болмайды және оны өндірістік деңгейде сорттаудың өзі қосымша қаржы мен жұмыс күшін қажет етеді.

Hermetia illucens дернәсілдері ет пен май сияқты кез келген өнімдерді өңдеуге қабілетті. Дернәсілдер биомассасын алу үшін берілетін қалдықтардың қалыңдығы 5 см-ден аспауы қажет. Себебі, қалдықтардың қалыңдығы неғұрлым қалың болған сайын дернәсілдер төменгі қабаттарға ене алмайтындығына және тиісінше субстратты өңдеу тереңдігі төмендейтініне көз жеткіздік.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері бойынша *Hermetia illucens* дернәсілдері тірі организмдердің басқа түрлерімен салыстырғанда биомассаны алудың жылдам процесі дамудың толық циклі 28 күнге дейін созылып, биомассаның көлемі өте жылдам өседі. Дернәсілдерді өсіру үшін өндірістік алаңдарға қойылатын талаптар құс, мал шаруашылығының дәстүрлі объектілеріне қарағанда күрделі емес және әлде қайда тиімді.

Сонымен қатар *Hermetia illucens* дернәсілдерін өсіруге қолайлы жағдай жасау үшін өндірісте қолданылатын қажетті ресурстар шығынының мөлшері шамалы ғана болады, қалдықтарды өңдеудің тиімділігі 95 %. *Hermetia illucens* шыбын өсіру үшін оған берілетін коректік ортаы немесе шикізат ресурсы тегін.

Hermetia illucens дернәсілдері тағам қалдықтарын өңдеуде басқа дернәсілдермен немесе осы бағытта қолданылатын технологиялармен салыстырғанда кез келген көлемдегі тағам қалдықтарын тез арада өңдеуге қабілеттілігімен ерекшеленеді.

Тағам қалдықтарын осы дернәсілдермен өндеген кезде қалдықтар бізге әр түрлі күйде, бірі сұйық болса, бірі құрғақ болып келеді.

Hermetia illucens дернәсілдері жұмыртқадан шыққаннан кейін өздерінің өсу шегіне дейін зерттеуге алынған тағам қалдықтарын екі аптада өңдей.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Антонов А. М., Lutovinovas E., Иванов Г. А., Пастухова Н. О. Адаптация и перспективы разведения мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе // Принципы экологии: Журнал. - 2017.- № 3. - С. 4-19. ISSN 2304-6465. doi:10.15393/j1.art.2017.6302.
2. Roháček J. & Hora M. A northernmost European record of the alien black soldier fly *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae) (angl.) // Časopis Slezského zemského muzea. Série A, Vědy přírodní : journal. - 2013. - Vol. 62. - P. 101-106. ISSN 1211-3026. doi:10.2478/cszma-2013-0011.
3. Gladun V. V. The first record of *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae) from Russia (angl.) // Nature Conservation Research: journal. - 2019. -Vol. 4, no. 4. - P. 111-113. ISSN 2500-008X. doi:10.24189/ncr.2019.063.
4. González O. F., Oliva G. R. Primer reporte en Cuba de miasis intestinal por *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) (ucn.) // Revista cubana de medicina tropical : 61. - 2009. - N 1. - P. 97-99. ISSN 0375-0760.
5. Gomanova S. Ecological Lifestyle of Residents of the Modern City // European Researcher.- 2015. Vol. 96, Is.7. P. 490-501.

6. Ushakova N.A., Bastrakov A.I., Karagodin V.P., Pavlov D.S. *Osobennosti biokonversii organicheskikh othodov lichinkami muhi Hermetia illucens*. -2018. -172 p.
7. Антонов А. М., Lutovinovas E., Иванов Г. А., Пастухова Н. О. Адаптация и перспективы разведения мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе. 419 с.
8. Свергузова Н.В., Шайхиев И.Г., Воронина Ю.С. Выращивание осетра сибирского (*Acipenser baerii*) с использованием муки из личинок и предкуколок черной львинки // 2021. С. 311-316
9. Sheppard D. Craig, Jeffery K. Tomberlin, John A. Joyce, Barbara C. Kiser, and Sonya M. Sumner. *Rearing Methods for the Black Soldier Fly*. - 2015.- P. 695-98,
10. Bessa L.W., Pieterse E., Marais J., Hoffman L.C. Why for feed and not for human consumption? The black soldier fly larvae // *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*- 2020. -Vol. 19, -N 5. P. 2747-2763. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.1260>
11. Paola G., Anabel M.-S., Santos R. The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) // *Eur. J. Entomol.* -2013. -Vol. 110, - N 3. -P. 461-468. URL: <http://www.eje.cz/pdfs/110/3/461>
12. Wang Y.-S., Shelomi M. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food // *Foods*. -2017. -Vol. 6,- N 91. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods6100091>
13. Liland N.S., Biancarosa I., Araujo P., Biemans D., Bruckner C.G., Waagbo R. et al. Modulation of nutrient composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae by feeding seaweed-enriched media // *PLoS One*. -2017.- Vol. 12, -N 8. Article ID e0183188. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183188>
14. Caligiani A., Marseglia A., Leni G., Baldassarre S., Maistrello L., Dossena A. et al. Composition of black soldier fly prepupae and systematic approaches for extraction and fractionation of proteins, lipids and chitin // *Food Res. Int.* -2018.- Vol. 105. -P. 812-820. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.012>
15. Williams J.P., Williams J.R., Kirabo A., Chester D., Peterson M. Nutrient content and health benefits of insects // *Insects as Sustainable Food Ingredients*. 1st ed. / eds T.D. Aaron, M.R. Juan, M. Guadalupe Rojas. Amsterdam : Academic Press; Elsevier, -2016.- P. 61-68.
16. Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins. Rome : FAO, 1981. URL: <http://www.fao.org/3/AC854T/AC854T00.htm> (date of access October 5, 2020)
17. Proc K., Bulak P., Wiqcek D., Bieganski A. *Hermetia illucens* exhibits bioaccumulative potential for 15 different elements - implications for feed and food production // *Sci. Total Environ.* 2020. Vol. 723. Article ID 138125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138125>
18. Tschirner M., Simon A. Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for animal feed. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2015. №1. P. 1-12.
19. Wohlfahrt J., Stamer A., Leiber F. Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2016. №2. P. 83-90.
20. . Veldkamp T., Bosch G. Insects: A protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. *Animal Frontiers*. 2015. №5. P. 45-50.
21. Бастраков А.И., Загоринский А.А. Биоконверсия различных органических субстратов личинками черной львинки (*Hermetia illucens*). Материалы шестой конференции молодых сотрудников и аспирантов ИПЭЭ РАН «Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых ученых». Москва: Т-во научных изданий КМК, 2014, с. 21.
22. Ушакова Н.А., Павлов Д.С., Правдин В.Г., Кравцова Л.З., Бастраков А.И., Козлова А.А. Способ получения биологически активной кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птиц с пробиотиком и белком насекомых - патент РФ №2576200, приоритет 12.12.2014, опубликовано 02.02.2016, Бюл. №6.

23. Parra Paz AS, Soraya C, Go'mez R. Effects of larval density and feeding rates on the bioconversion of vegetable waste using black soldier fly larvae *Hermetia illucens* (L.), (Diptera: Stratiomyidae). / *Waste and Biomass Valorization*. 6(6): 1059-1065, 2015.
24. Sheppard D. Craig, Jeffery K. Tomberlin, John A. Joyce, Barbara C. Kiser, and Sonya M. Sumner. Rearing Methods for the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) / Sheppard D. et. al. Table 1. *Journal of Medical Entomology J Med Entomol* 39.4: -2015.- pp.695-98
25. Tomberlin Jeffery K., Peter H. Adler, and Heidi M. Myers. Development of the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) in Relation to Temperature / Tomberlin Jeffery K et. al. - Table 1. *Environ Entomol Environmental Entomology* 38.3:- 2015.- pp.930-34
26. Yu G, Cheng P, Chen Y, Li Y, Yang Z, Chen Y, et al. Inoculating poultry manure with companion bacteria influences growth and development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae. / *Environ Entomol*. 40(1): - 2011.- pp. 30-35

References:

1. Antonov A. M., Lutovinovas E., Ivanov G. A., Pastukhova N. O. Adaptatsiya i perspektivy razvedeniya mukhi Chyornaya l'vinka (*Hermetia illucens*) v tsirkumpolyarnom regione // *Printsipy ekologii : Zhurnal*. -2017. - № 3. -S. 4-19. ISSN 2304-6465. doi:10.15393/j1.art.2017.6302.
2. Roháček J. & Hora M. A northernmost European record of the alien black soldier fly *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae) (angl.) // *Časopis Slezišského zemského muzea. Série A, Vědy přírodní : journal*. - 2013. - Vol. 62. - P. 101-106. ISSN 1211-3026. doi:10.2478/cszma-2013-0011.
3. Gladun V. V. The first record of *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae) from Russia (angl.) // *Nature Conservation Research : journal*. - 2019. -Vol. 4, no. 4. - P. 111-113. ISSN 2500-008X. doi:10.24189/ncr.2019.063.
4. González O. F., Oliva G. R. Primer reporte en Cuba de miasis intestinal por *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) (ucn.) // *Revista cubana de medicina tropical : 61*. - 2009. - N 1. - P. 97-99. ISSN 0375-0760.
5. Gomanova S. Ecological Lifestyle of Residents of the Modern City // *European Researcher*. 2015. Vol. 96, Is.7. P. 490-501.
6. Ushakova N.A., Bastrakov A.I., Karagodin V.P., Pavlov D.S. Osobennosti biokonversii organicheskikh othodov lichinkami muhi *Hermetia illucens*. 2018; -172 p.
7. Antonov A. M., Lutovinovas E., Ivanov G. A., Pastukhova N. O. Adaptatsiya i perspektivy razvedeniya mukhi Chyornaya l'vinka (*Hermetia illucens*) v tsirkumpolyarnom regione. 419 s.
8. Sverguza N. V., Shaikhiev I. G., Voronina Yu. S. Vyrashchivanie osetra sibirskogo (*Acipenser baerii*) s ispol'zovaniem muki iz lichinok i predkukolok chernoy l'vinki // 2021. S. 311-316.
9. Sheppard D. Craig, Jeffery K. Tomberlin, John A. Joyce, Barbara C. Kiser, and Sonya M. Sumner. Rearing Methods for the Black Soldier Fly. P. 695-98, 2015.
10. Bessa L. W., Pieterse E., Marais J., Hoffman L. C. Why for feed and not for human consumption? The black soldier fly larvae // *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2020. Vol. 19, N 5. P. 2747-2763. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.1260>.
11. Paola G., Anabel M.-S., Santos R. The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) // *Eur. J. Entomol*. 2013. Vol. 110, N 3. P. 461-468. URL: <http://www.eje.cz/pdfs/110/3/461>
12. Wang Y.-S., Shelomi M. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food // *Foods*. 2017. Vol. 6, N 91. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods6100091>
13. Liland N.S., Biancarosa I., Araujo P., Biemans D., Bruckner C.G., Waagbo R. et al. Modulation of nutrient composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae by feeding seaweed-enriched media // *PLoS One*. 2017. Vol. 12, N 8. Article ID e0183188. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183188>

14. Caligiani A., Marseglia A., Leni G., Baldassarre S., Maistrello L., Dossena A. et al. Composition of black soldier fly prepupae and systematic approaches for extraction and fractionation of proteins, lipids and chitin // *Food Res. Int.* 2018. Vol. 105. P. 812-820. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.012>
15. Williams J.P., Williams J.R., Kirabo A., Chester D., Peterson M. Nutrient content and health benefits of insects // *Insects as Sustainable Food Ingredients*. 1st ed. / eds T.D. Aaron, M.R. Juan, M. Guadalupe Rojas. Amsterdam : Academic Press; Elsevier, 2016. P. 61-68.
16. Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins. Rome : FAO, 1981. URL: <http://www.fao.org/3/AC854T/AC854T00.htm> (date of access October 5, 2020)
17. Proc K., Bulak P., Wiqcek D., Bieganski A. *Hermetia illucens* exhibits bioaccumulative potential for 15 different elements - implications for feed and food production // *Sci. Total Environ.* 2020. Vol. 723. Article ID 138125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138125>
18. Tschirner M., Simon A. Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for animal feed. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2015. №1. P. 1-12.
19. Wohlfahrt J., Stamer A., Leiber F. Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2016. №2. P. 83-90.
20. Veldkamp T., Bosch G. Insects: A protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. *Animal Frontiers*. 2015. №5. P. 45-50.
21. Bast rakov A.I., Zagorinskiy A.A. Biokonversiya razlichnykh organicheskikh substratov lichinkami chernoy l'vinki (*Hermetia illucens*). Materialy shestoy konferentsii molodykh sotrudnikov i aspirantov IPEE RAN «Aktual'nye problemy ekologii i evolyutsii v issledovaniyakh molodykh uchenykh». Moskva: T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2014, s. 21.
22. Ushakova N.A., Pavlov D.S., Pravdin V.G., Kravtsova L.Z., Bastrakov A.I., Kozlova A.A. Sposob polucheniya biologicheskii aktivnoy kormovoy dobavki dlya sel'skikh khozyaystvennykh zhivotnykh i ptits s probiotikom i belkom nasekomykh - patent RF №2576200, prioritet 12.12.2014, opublikovano 02.02.2016, Byul. №6.
23. Parra Paz AS, Soraya C, Go'mez R. Effects of larval density and feeding rates on the bioconversion of vegetable waste using black soldier fly larvae *Hermetia illucens* (L.), (Diptera: Stratiomyidae). / *Waste and Biomass Valorization*. 6(6): 1059-1065, 2015.
24. Sheppard D. Craig, Jeffery K. Tomberlin, John A. Joyce, Barbara C. Kiser, and Sonya M. Sumner. Rearing Methods for the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) / Sheppard D. et. al. Table 1. *Journal of Medical Entomology J Med Entomol* 39.4: 695-98, 2015.
25. Tomberlin Jeffery K., Peter H. Adler, and Heidi M. Myers. Development of the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) in Relation to Temperature / Tomberlin Jeffery K et. al. - Table 1. *Environ Entomol Environmental Entomology* 38.3: 930-34, 2015.
26. Yu G, Cheng P, Chen Y, Li Y, Yang Z, Chen Y, et al. Inoculating poultry manure with companion bacteria influences growth and development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae. / *Environ Entomol*. 40(1): 30-35, 2011.