

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА

УДК 628.84

[http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29\(43\)-21](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29(43)-21)

ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ В АДАПТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ КУЛЬТИВУВАННЯ МАТОЧНИХ ЕНТОМОКУЛЬТУР

Піщанська Н., канд. техн. наук,

<https://orcid.org/0000-0002-5337-4538>

Бельченко В., канд. техн. наук, доц.,

<https://orcid.org/0000-0002-6117-6363>

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН

Таргоня В., д-р с.-г. наук,

<https://orcid.org/0000-0002-1353-9182>,

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Анотація

Енергоефективні системи, які дадуть змогу реалізувати абіотичні умови – важливі складові адаптивних технологій такі як температура повітря, відносна вологість, рухливість повітря, рівень освітлення та інше, повинні відповідати вимогам екологічності та мінімізації економічних та енергетичних витрат. Для цього потрібно використовувати сучасні енергоефективні технології, обладнання та апарати. На сьогодні в ентомологічних лабораторіях найчастіше використовують кондиціонери, що здатні лише підтримувати необхідну температуру повітря, водночас в ньому зменшується кількість вологи. Постає необхідність у створенні системи підготовки мікроклімату, що здатна забезпечувати необхідну тепловологісну обробку повітря в достатньо широкому діапазоні значень температури і відносної вологості та здійснювати відповідний розподіл повітряних мас у зазначені зони приміщення.

Метою досліджень є розроблення системи забезпечення абіотичних факторів у реалізації адаптивних технологій для отримання культур гарантованої якості, яка характеризується заощаджуванням ресурсів та екологічною безпекою.

Методи. Аналіз введення в процес культивування маточних ентомокультур, технологій та комплексу обладнання, які забезпечать підвищення ефективності технологічних процесів виробництва ентомопродукції.

Результати. Визначено ключові абіотичні фактори в адаптивних технологіях культивування маточних культур. Досліджено технології, обладнання та апарати для їх забезпечення та сформовано вихідні вимоги до енергоефективних систем, які з них складаються.

Висновки. Результати експериментальних досліджень вказують на переваги використання для обробки повітря в адаптивних технологіях культивування маточних ентомокультур плівкових контактних апаратів та ультразвукових за показниками енергоефективності майже на 20 % та економічності на 15 %. Для забезпечення необхідного типу та рівня освітлення рекомендовано до використання у світильниках ламп розжарювання та світлодіодних ламп. Розподільними елементами для подачі повітряних мас визначені насадки із форсунками та перфоровані панелі, які майже у 2 рази підвищують ефективність використання потенціалу повітря підготовленого системою мікроклімату.

Ключові слова: адаптивні технології, абіотичні фактори, маточні ентомокультури, системи створення мікроклімату, зволожувачі повітря, системи освітлення, системи подачі повітря.

Вступ. Дослідження, проведені рядом зарубіжних дослідницьких лабораторій довели вплив абіотичних умов на різних етапах розвитку комах, для надання їм властивостей адаптації до визначених екологічних умов.

Розглянуто діапаузу на стадіях яйця, личинки та імаго, водночас суттєве значення фотоперіоду й температури, а також роль сезонної адаптації у розселенні інвазійних видів [Карпова С. Г., 2006]. Зоологічний інститут провів ряд досліджень, які довели вплив температури на виживання, швидкість преімагінального розвитку [Сорокина А. П., 2005]. Визначено, що вплив на тривалість розвитку істотно залежить від фотоперіоду. Потребує подальшого аналізу та спостережень за поєднання низької температури і короткого світлового дня.

Виявлено, що висока температура збільшує активність пошуку, обстеження і зараження господарів [Резник С. Я. та ін., 2010]. Більш того, більшість самок, які почали зараження за високих температур, продовжили його і після зниження температури.

Вітчизняні наукові організації, які виконують аналогічні дослідження - Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН (м. Харків), Миколаївський національний аграрний університет (м. Миколаїв), Хмельницький національний університет (м. Хмельницький), Білоцерківський національний аграрний університет (м. Біла Церква).

Постановка завдань. Аналіз проблеми робить висновок про безперечну необхідність реалізації адаптивних технологій вирощування маточних ентомокультур, які застосовуватимуться для вирощування промислових культур, якість яких буде покращено, що забезпечить збільшення ефективності їхнього використання приблизно на 15 %. Зараз, за даними Держпродспоживслужби України, діють 25 біофабрик і біолабораторій, а їх загальна кількість з урахуванням виробництва приватного сектора (за власними оцінками) становить понад 45. Для ефектив-

ного їхнього функціонування має бути передбачено близько чотирьох регіональних центрів виробництва маточних культур, що мали б змогу забезпечити маточними культурами, адаптованими до конкретного географічного регіону. За порівняльним аналізом адаптивні технології мають кращі показники на відміну від регламентованих — на 15 % за екологічними факторами, на 20 % за енергетичними, на 30 % за економічними [Krutyakova V. and all, 2020; Бельченко В. М. та ін., 2019].

Для здійснення роботи центрів маточних культур із використанням систем реалізації адаптивних технологій потрібне енергоефективне обладнання, що забезпечить можливість отримання маточних ентомокультур високої якості [Пищанская Н. А., Хмельнюк М. Г., 2014; Pishchanska N. and all, 2014; Піщанська Н. О. та ін., 2017].

Метою досліджень є обґрунтування вибору основних елементів технологій, обладнання та апаратів енергоефективних систем для забезпечення абіотичних факторів в адаптивних технологіях культивування маточних культур.

Для досягнення поставленої мети необхідні аналітичні дослідження в реалізації основних абіотичних факторів вирощування ентомокультур з використанням адаптивних технологій — кліматичні параметри, рівень освітлення та організація руху повітряних мас [Lenteren, J. C., 2012; McCormick, K., Kautto, N., 2013].

Енергоефективні системи забезпечення абіотичних факторів в адаптивних технологіях складаються з трьох ключових елементів: системи мікроклімату, системи освітлення та системи подачі повітря.

Одними з найголовніших абіотичних факторів у вирощуванні комах виступають температура та відносна вологість. На сьогоднішній день в ентомологічних лабораторіях використовуються найпростіші системи створення мікроклімату, які здатні підтримувати лише необхідну температуру, водночас знижуючи показники відносної вологості до критичних значень.

Результати. Дослідивши сучасні системи створення мікроклімату, які харак-

Таблиця 1 – Характеристики контактних апаратів

	Форсункові розпилювачі	Ультразвукові	Механічні відцентрові	Плівкові контактні апарати
G_w од.модуля кг/год	2,5...5	5	0,9...160	1,2
G_w апарата кг/год	до 4000	до 18	-	10...30
N Вт/кггод	2,4...90	50...75	до 10	до 0,8
P_w бар	3...70	-	-	-
D_o крапель мкм	0,5...100	1	5...30	-
d_o апарата мкм	3...5	-	-	-
Рівень шуму дБ	37...79	45	45...50	до 40
G_v м ³ /год	0,56	10...20	до 6500	30...1800
V_v м/с	$\leq 3,8$	3...4,5	до 4	до 3
t_w °C	< 30	5...50	до 70	до 90
L до стін та обладнання м	0,7...1,2	-	-	-
P_v бар	6...8		< 150 Па	< 200 Па
Очистка	90...99,9%			

теризуються мінімальними енерго- та ресурсовитратами, для термовологісної підготовки повітря визначені контактні апарати обробки повітря водою – форсункові камери, ультразвукові, механічні дискові та плівкові контактні апарати (табл. 1).

Експериментально досліджено варіанти контактних апаратів за показниками економічності, енергоефективності, екологічності та впливу на якість ентомопродукції, та визначено контактний плівковий апарат як найбільш ефективний (рис. 1).

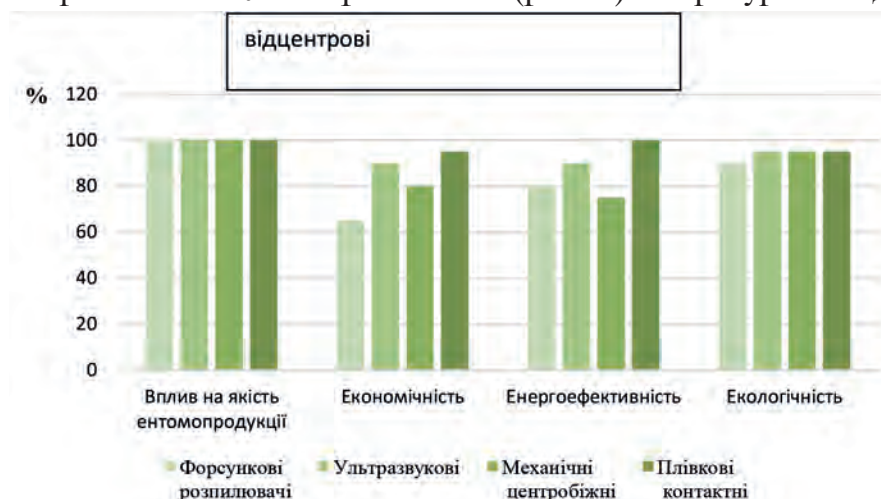


Рисунок 1 – Ефективності контактних апаратів термовологісної обробки повітря

Діаграмою $d-h$ досліджено зону можливих процесів обробки повітря в плівковому контактному апараті для за-

безпечення зони необхідних значень температури та відносної вологості на прикладі вирощування трихограми (рис. 2). Початковими параметрами зовнішнього повітря використані рекомендовані температури та ентальпії для м. Одеси, відповідно до СНіПу:

- теплий період року: $t = 28$ °C; $h = 56$ кДж/кг; $v = 1$ м/с;
- холодний період року: $t = -18$ °C; $h = -16$ кДж/кг; $v = 5,7$ м/с.

Визначено загальну зону зміни температури та відносної вологості для вирощування всіх видів трихограми. Усі можливі комбінації параметрів із цієї зони можуть бути отримані контактними апаратами.

Розглянуто типи ламп та їхні основні характеристики для забезпечення необхідного рівня та умов освітлення (табл. 2).

Обираючи тип освітлення особливу увагу серед усіх характеристик треба приділити спектру світла, який буде відрізнятися залежно від поставленої мети

– роботою із комахами в лабораторії або насамперед забезпеченням природоподібних умов вирощування ентомокуль-

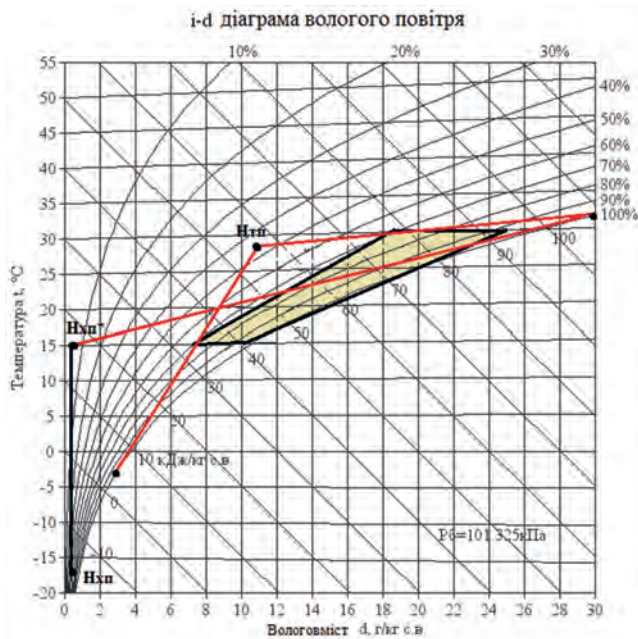


Рисунок 2 – Побудова термовологісних процесів обробки повітря в d-h діаграмі

тур. Для реалізації адаптивних технологій культивування маточних ентомокультур до складу енергоефективних систем забезпечення абіотичних факторів, зокрема освітлення, рекомендовано використовувати лампи розжарювання та світлодіодні.

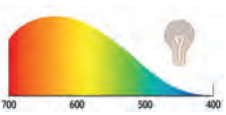
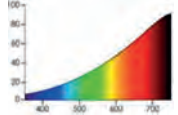
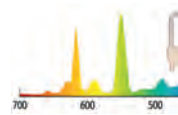
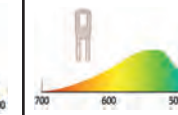
Суттєве значення має етап подачі та розподілення повітря у приміщення ентомологічної лабораторії після його попередньої обробки в системі мікроклімату. Схема подачі має забезпечити рівномірний розподіл у робочій зоні, уникнути створення застійних зон. Реалізуючи адаптивні технології, схема подачі повітря повинна мати здатність імітувати подібний до природного рух повітряних мас. З урахування визначених вимог для реалізації подачі повітря рекомендовано використовувати насадки із форсунками та перфоровані панелі.

Результатом досліджень стали вихідні вимоги до формування складових енергоефективних систем забезпечення абіотичних факторів в адаптивних технологіях культивування маточних ентомокультур.

Системи мікроклімату визначатимуться такими характеристиками:

- параметри зовнішнього і внутрішнього повітря;
- тип СКП: прямоточна або з рециркуляцією;
- витрата повітря, води;

Таблиця 2 – Характеристики ламп

Параметр	Тип джерела світла			
	Лампа розжарювання	Галогенна	Люмінесцентна	Світлодіодна
Потужність, Вт	100	50-70	25-30	12-15
Світловіддача, лм/Вт	10	15-22	50-70	80-120
Строк служби, год	1000	2000-4000	10000-15000	20000-50000
Кут розсіювання світла, °	360	360	30-180	30-180
Кольорова температура, К	2400-3000	2700-6000	2700-6000	2800-6500
Спектр світла				
Ціна	Низька	Середня	Вище середньої	Висока
Утилізація	Звичайна	Спеціальна	Спеціальна	Звичайна
Екологічна безпека	Безпечна	Небезпечна	Дуже небезпечна	Безпечна
Споживання електроенергії	Максимальне	Невелике	Невелике	Мінімальне
Залежність роботи від напруги / температури / вологості	Відсутнє	Присутнє	Присутнє	Присутнє / відсутнє / відсутнє

- спосіб регулювання параметрів (за витратою води G_w , за витратою повітря G_g , за температурою води t_w);
- ступінь очищення повітря (екологією комах).

Система освітлення характеризуватиметься параметрами:

- рівень освітлення;
- кут розсіювання;
- тип ламп (спектр світла);
- тип світильників;
- схема розташування світильників.

Система подачі повітря відповідає таким даним:

- швидкість руху повітря (екологією комах);
- тип пристроїв розподілення повітря;
- схема розподілення повітря;
- конструкція пристроїв розподілення повітря.

Обговорення. Авторами досліджена необхідність реалізації адаптивних технологій вирощування маточних ентомокультур для підвищення їхньої якості та ефективності. Також встановлено, що створення необхідного мікроклімату, рівня освітлення, схеми та інтенсивності руху повітряних мас є ключовими умовами реалізації адаптивних технологій вирощування комах.

Підтвердженням отриманих результатів є дослідження у сфері підвищення якості ентомологічної продукції масового виробництва, якими займалися провідні фахівці та науковці [Leppla N.C., Ashley T.R., 1989; Staffas L. and all, 2013]. Збігаються аспекти, які визначають головні складові енергоефективних систем для забезпечення необхідних умов лабораторного отримання комах певної якості [Резник С. Я., Войнович Н. Д., 2015; Buse J. and all, 2015].

Дослідженням авторів не доведено необхідність урахування середовища проживання [David M., Peter C., 2008] та елементів харчування комах [Ghosh S. and all, 2014; Raubenheimer D., Rothman J. M., 2013] у створенні подібних до природних умов вирощування лабораторних особин за адаптивними технологіями, щоб отримати ентомокультуру із якісними показниками максимально наближеними до

природних.

Висновки. Дослідження показали переваги використання для обробки повітря у адаптивних технологіях культивування маточних ентомокультур плівкових контактних апаратів та ультразвукових за показниками енергоефективності майже на 20 % та економічності на 15 %. Для забезпечення необхідного типу та рівня освітлення рекомендовано до використання у світильниках ламп розжарювання та світлодіодних ламп. Розподільними елементами для подачі повітряних мас визначені насадки із форсунками та перфоровані панелі, які майже у 2 рази підвищують ефективність використання потенціалу повітря підготовленого системою мікроклімату.

Перелік літератури

Бельченко В. М., Піщанська Н. О., Таргоня В. С. (2019). База даних як метод проектування систем призначених для реалізації адаптивних технологій вирощування ентомокультур. Збірник наукових праць «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України», 25 (39): 298 с.

Карпова С. Г. (2006). Роль внутренних и внешних факторов в регуляции синхронного вылета *Trichogrammaembryophagum* Hartig и *T. principium* Sug. Et Sor. (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Энтомологическое обозрение, С. 265-280.

Піщанська Н. О., Подмазко О. С. Подмазко І. О. (2017). Використання насадок упорядкованої структури для суднових апаратів зволоження повітря. Науково-технічний збірник НУ ОМА «Автоматизація суднових технічних засобів», вип.41, С. 118 -126.

Пищанская Н. А., Хмельнюк М. Г. (2014). Усовершенствование поперечно точных аппаратов увлажнения воздуха на основе насадок упорядоченной структуры. Пищевая промышленность: наука и технологии, № 3(25), С. 57-63.

Резник С. Я., Вагина Н. П., Войно-

вич Н. Д. (2010). О влиянии температуры на индукцию заражения хозяина самками *Trichogramma evanescens* Voegelé (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Труды Зоологического института РАН, С. 105-117.

Сорокина А. П. (2005). Влияние абиотических факторов и вида хозяина на длительность преимагинального развития видов рода *Trichogramma* Westw. (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Всероссийский НИИ защиты растений, С. 148-155.

Valentyna Krutyakova, Nonna Pishchanska, Volodymyr Bulgakov, & Aleksandrs Adamovics. (2020). Investigation of the efficiency of adaptive technologies and technical means for growing entomocultures. 19-th International Scientific Conference "Engineering for rural development" / Latvia University of Life Sciences and Technologies. Jelgava, DOI: 10.22616/ERDev.2020.19.TF284.

Lenteren, J. C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, vol. 57, no. 1, 1–20.

McCormick, K., & Kautto, N. (2013). The Bioeconomy in Europe : an overview. *Sustainability*, vol. 5, 2589–2608.

N. Pishchanska, M. G. Khmelniuk, V. Y. Baidak. (2014). Mathematical modeling and analysis of humidification, air-conditioning systems. *European Science Review*, № 5-6, P. 128-133.

References

Belchenko V. M., Pishchanska N. O., Targony V. S. (2019). Database as a method of designing systems designed for the implementation of adaptive technologies for growing entomocultures. Collection of scientific works «Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine», 25 (39): 298 p.

Karpova S. G. (2006). The role of internal and external factors in the regulation of synchronous departure of *Trichogramma* em-

bryophagum Hartig and *T. principium* Sug. And Sor. (Hymenoptera, Trichogrammatidae). *Entomological review*, P. 265-280.

Valentyna Krutyakova, Nonna Pishchanska, Volodymyr Bulgakov, & Aleksandrs Adamovics. (2020). Investigation of the efficiency of adaptive technologies and technical means for growing entomocultures. 19-th International Scientific Conference "Engineering for rural development" / Latvia University of Life Sciences and Technologies. Jelgava, DOI: 10.22616/ERDev.2020.19.TF284.

Lenteren, J. C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, vol. 57, no. 1, 1–20.

McCormick, K., & Kautto, N. (2013). The Bioeconomy in Europe : an overview. *Sustainability*, vol. 5, 2589–2608.

Pishchanska N. A., Hmelnyk M. G. (2014). Improvement of transverse air humidifiers based on nozzles of ordering structure. Food industry: science and technology, № 3(25), P. 57-63.

Pishchanska N., Khmelniuk M. G., Baidak V. Y. (2014). Mathematical modeling and analysis of humidification, air-conditioning systems. *European Science Review*, № 5-6, P. 128-133.

Pishchanska N. O., Podmazko O. S. Podmazko I. O. (2017). Use of nozzles of the ordered structure for ship devices of humidification of air. Scientific and technical collection of NU OSA «Automation of ship technical means», вип.41, P. 118 -126.

Reznik S. Y., Vagina N. P., Voynovich N. D. (2010). On the effect of temperature on the induction of infection of the host by females *Trichogramma evanescens* Voegelé (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, С. 105-117.

Sorokina A. P. (2005). Influence of abiotic factors and host species on the duration of preimaginal development of species of the genus *Trichogramma* Westw. (Hymenoptera, Trichogrammatidae). All-Russian Research Institute of Plant Protection, С. 148-155.

UDC 628.84

FORMATION OF ENERGY EFFICIENT SYSTEMS FOR PROVIDING ABIOTIC FACTORS IN ADAPTIVE TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF UTERINE ENTOMOCULES

Pishchanska N., PhD in Technic,

<https://orcid.org/0000-0002-5337-4538>

Belchenko V., PhD in Technic, associate professor,

<https://orcid.org/0000-0002-6117-6363>

Engineering and Technology Institute “Bioengineering” National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Targony V., D-r of Agr. Scs.,

<https://orcid.org/0000-0002-1353-9182>,

L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

Energy-efficient systems that will enable the implementation of abiotic conditions - important components of adaptive technologies, such as air temperature, relative humidity, air mobility, lighting levels, etc., must meet the requirements of environmental friendliness and minimize economic and energy costs. This requires the use of modern energy efficient technologies, equipment and devices.

***The purpose** of the research is the development of a system for providing abiotic factors in the implementation of adaptive technologies for crops of guaranteed quality, characterized by resource savings and environmental safety.*

***Methods.** Analysis of the introduction of technologies and equipment in the process of cultivation of uterine entomocultures, which will increase the efficiency of technological processes of entomoproduction production.*

***Results.** The key abiotic factors in adaptive technologies of cultivation of uterine cultures are determined. Technologies, equipment and devices for their provision are studied and the initial requirements to the energy efficient systems consisting of them are formed.*

***Conclusions.** The analysis showed the advantages of using film contact devices and ultrasonic ones for energy treatment in adaptive technologies of cultivation of uterine entomocultures in terms of energy efficiency by almost 20% and efficiency by 15%. To ensure the required type and level of lighting, it is recommended to use incandescent lamps and LED lamps. Nozzles with nozzles and perforated panels are defined as distributive elements for air supply, which will almost double the efficiency of using the potential of the air prepared by the microclimate system.*

***Key words:** adaptive technologies, abiotic factors, uterine entomocultures, microclimate systems, humidifiers, lighting systems, air supply systems.*

УДК 628.84

ФОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МАТОЧНЫХ ЭНТОМОКУЛЬТУР

Пищанская Н., канд. техн. наук,
<https://orcid.org/0000-0002-5337-4538>

Бельченко В., канд. техн. наук, доц.,
<https://orcid.org/0000-0002-6117-6363>

ИТИ «Биотехника» НААН

Таргона В., д-р с.-х. наук,
<https://orcid.org/0000-0002-1353-9182>,
УкрНДИПВТ им. Л. Погорелого

Аннотация

Энергоэффективные системы, которые позволяют реализовать абиотические условия – важные составляющие адаптивных технологий, такие как температура воздуха, относительная влажность, подвижность воздуха, уровень освещения и прочее, должны отвечать требованиям экологичности, а также минимизации экономических и энергетических затрат. Для этого нужно использовать современные энергоэффективные технологии, оборудование и аппараты.

Целью исследований является разработка системы обеспечения абиотических факторов в реализации адаптивных технологий для получения культур гарантированного качества, характеризующаяся экономией ресурсов и экологической безопасностью.

Методы. Анализ внедрения в процесс культивирования маточных энтомокультур технологий и комплекса оборудования, которые обеспечат повышение эффективности технологических процессов производства энтомопродукции.

Результаты. Определены ключевые абиотические факторы в адаптивных технологиях культивирования маточных культур. Исследованы технологии, оборудование и аппараты для их обеспечения и сформированы исходные требования к энергоэффективным системам, состоящие из них.

Выводы. Анализ показал преимущества использования для обработки воздуха в адаптивных технологиях культивирования маточных энтомокультур пленочных контактных аппаратов и ультразвуковых по показателям энергоэффективности почти на 20 % и экономичности на 15 %. Для обеспечения необходимого типа и уровня освещения рекомендуется к использованию в светильниках ламп накаливания и светодиодных ламп. В качестве распределительных элементов для подачи воздушных масс определены насадки с форсунками и перфорированные панели, которые почти в 2 раза повысят эффективность использования потенциала воздуха, подготовленного системой микроклимата.

Ключевые слова: адаптивные технологии, абиотические факторы, маточные энтомокультуры, системы создания микроклимата, увлажнители воздуха, системы освещения, системы подачи воздуха.