

ПОСЛЕДНИЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ МИКРОКЛИМАТА В ОРАНЖЕРЕЯХ

Ковальчук И.Д. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – к.т.н., Никитин Андрей Алексеевич

(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Введение. Недавняя эволюция тепличной промышленности отмечена значительными изменениями, в частности значительным повышением цен на энергоносители. Вместе с тем, развитие науки и техники повлекло за собой большое количество новых исследований. Основываясь на библиографическом анализе, планируется провести анализ тенденций в области микроклимата теплиц, как экспериментальных, так и основанных на моделях, а также рассмотреть эффективность подхода компьютерной гидродинамики (CFD), который был широко распространен в последние 10 лет для исследований теплиц.

Основная часть.

Чтобы охарактеризовать текущую эволюцию опубликованных исследований в области тепличного микроклимата, был выполнен поиск в базе данных ResearchGate – анализировались научные статьи про CFD-моделирование в теплицах с 2013 по 2023 год.

В 2013 основная доля исследований приходилась на следующие страны – Китай, Турция, Таиланд, Испания, характеризующиеся жарким климатом и мягкими зимами. Многие статьи в этот год были посвящены сравнению измеренных значений температуры и относительной влажности воздуха и смоделированных значений, определенных с помощью вычислительной гидродинамики (CFD) [1,2,3]. Со временем доверие к методу CFD возросло, благодаря ему удалось повысить урожайность сладкого перца на 97% по количеству и на 90% по весу [4]. Также в научных работах затрагивалась тема затенения, т.е. изучение влияния затеняющих экранов, обычно используемых в течение дня для охлаждения, на ночной климат в неотапливаемых теплицах. В последствии Дж. И. Монтеро и др. пришли к выводу, что внешние или внутренние экраны могут помочь повысить устойчивость тепличного производства в районах с мягким зимним климатом за счет увеличения использования солнечной энергии, накопленной в почве теплицы в течение предыдущего дня и высвобожденной в ночное время [5].

Наибольшее количество статей за период последних двух-трех лет были написаны учеными из Китая. Китай переживает бум строительства ботанических садов, по всей стране построено около 170 ботанических садов [6]. Теплицы ботанических садов предъявляют очень строгие требования к окружающей среде, чтобы обеспечить выживание и нормальный рост растений в теплицах. Поэтому необходимо строго контролировать внутреннюю тепловую среду теплиц.

Естественная вентиляция является эффективным способом устранения перегрева в теплицах [2-5], но с повышением температуры наружного воздуха и интенсивности солнечной радиации, когда естественная вентиляция не может устранить чрезмерный прирост тепла от солнечной радиации, до недавнего времени затенение являлось наиболее частым методом охлаждения в теплице. Однако, последние исследования показывают, что энергию выгоднее накапливать, чем затенять. В своем исследовании Лу Ван и др. [7] предлагают систему круговорота воды, использующую избыточную тепловую энергию воздуха, которая состоит из воздушно-водяного теплообменника, подающих и обратных труб, погружного насоса, резервуара для воды и системы автоматического управления.

Выводы. Проанализированы последние тенденции в исследовании микроклимата в оранжереях с 2013 по 2023 год. Рассмотрены основные методы повышения эффективности отопления и охлаждения в теплице. Выявлена решающая роль метода CFD моделирования в прогнозировании физических процессов. Намечены дальнейшие задачи для будущих исследований, а именно, необходимость сделать упор на способах накопления избыточной тепловой энергии, провести испытание, взяв за основу сад им. Петра Великого в г. Санкт-Петербург.

Список использованных источников:

1. Roy, J., Pouillard, J., Boulard, T., Fatnassi, H., & Grisey, A. (2014). EXPERIMENTAL AND CFD RESULTS ON THE CO₂ DISTRIBUTION IN a SEMI CLOSED GREENHOUSE. *Acta Horticulturae*, 1037, 993–1000. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2014.1037.131>
2. Wang, X., Jin-Yao, L., & Li, X. (2013). CFD based study of heterogeneous microclimate in a typical Chinese greenhouse in central China. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(5), 914–923. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(13\)60309-3](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(13)60309-3)
3. Tezcan. (2021). Determining of climatic parameters using CFD in different window span in naturally ventilated greenhouses. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 9, 178–186. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2013.09.24>
4. Limtrakarn, W., Boonmongkol, P., Chompupoung, A., Rungprateepthaworn, K., Kruenate, J., & Dechaumphai, P. (2012). Computational fluid dynamics modeling to improve natural flow rate and sweet pepper productivity in greenhouse. *Advances in Mechanical Engineering*, 4, 158563. <https://doi.org/10.1155/2012/158563>
5. Montero, J., Muñoz, P., Sánchez-Guerrero, M., Medrano, E., Piscia, D., & Lorenzo, P. (2013). Shading screens for the improvement of the night time climate of unheated greenhouses. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(1), 32. <https://doi.org/10.5424/sjar/2013111-411-11>
6. Shi, J., Wang, H., & Wang, J. (2023). CFD simulation study on the cooling characteristics of shading and natural ventilation in greenhouse of a botanical garden in Shanghai. *Sustainability*, 15(4), 3056. <https://doi.org/10.3390/su15043056>
7. Wang, L., Li, Y., Sun, Z., Meng, S., Li, T., & Liu, X. (2024). Utilization of surplus air thermal energy by a water cycle system in a Chinese-Type solar greenhouse. *Agronomy*, 14(2), 270. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020270>

Ковальчук И.Д. (автор)

Никитин А.А. (автор)

Никитин А.А. (научный руководитель)
