

DEVELOPMENT OF MECHATRONIC SYSTEMS OF MANAGING MICROCLIMATE OF GREENHOUSES

A.K. Atyhanov, N. Mukatay, A.T. Ospanov

Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan
nureke_phd@mail.ru Тел:8702-166-3-99

Keywords: greenhouse climate control, greenhouse plant, optimal environment.

Abstract: The main reason for applying microclimate control in greenhouses is to achieve optimal growing environment. Because of its complexity, excessive control in greenhouses can adversely affect the growing crops. Moreover, we need an optimal ambient control to accomplish these complicated objectives, including low emissions and reduced production costs. This paper describes one practical approach to the real-time control system in a greenhouse.

ӨОЖ. 631.365.2:631.234

ЖЫЛЫЖАЙ МИКРОКЛИМАТЫН БАСҚАРУДЫҢ МЕХАТРОНДЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРАСТЫРУ

А.Қ. Атыханов, Н. Муқатай, А.Т. Оспанов

Қазақ ұлттық аграрлық университеті Алматы қаласы, Қазақстан республикасы

Кілттік сөздер: жылыжай микроклиматын басқару, жылыжай өсімдігі, тиімді орта.

Аңдатпа. Жылыжайдағы микроклиматты басқаруды пайдаланудың негізгі мақсаты тиімді өсу ортасын қалыптастыру. Өзінің күрделілігіне байланысты, жылыжайлардағы шамадан тыс бақылау ауылшаруашылық өнімдерінің өнімділігіне кері әсерін тигізуі мүмкін. Сондай-ақ, микроклиматты тиімді басқаруда қалдық деңгейін төмендететін және өндірістік шығындарды азайтатын күрделі міндеттерді орындауымыз қажет. Бұл мақалада жылыжай микроклиматын басқару жүйелері бойынша тәжірибелік тәсілдемелер сипатталған.

Өсімдіктің тиімді өсуіне қол жеткізу үшін және өнім мөлшерін барынша арттыру үшін жылыжайлардағы микроклимат алдыңғы қатарлы мехатрондық жүйелермен басқарылуы тиіс. Жылыжайдың ішкі ерекшеліктеріне байланысты климатты қадағалау және баптау жеңіл немесе қалыпты рәсім емес. Жылыжай контроллерларының баптауларының көптігіне байланысты нәтижеге және кететін шығынға әсерін байқау қиын. Жылыжайлардағы микроклиматтың динамикалық жағдайы, энергия таралымы (радиация және жоғары температура) және масса теңгерімі (су буының және CO₂ – нің шоғырлануы) сияқты физикалық процесстердің үйлесімі. Бұл процесстер сыртқы орта жағдайларына, жылыжай құрылымына, өнімнің түріне және басқару жетегінің әсеріне тәуелді [2].

Жылыжайлардағы микроклиматты басқарудың басты мақсаты, өсімдіктің өсуінің және өнімнің беруінің ең жоғарғы мәніне қол жеткізу.

Автоматты басқару жүйесі бақылайды:

- жылыжай ішін (топырақ және ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық, көмірқышқыл газының шоғырлануы)
- жылыжай сыртын (температура, салыстырмалы ылғалдық, күн радиациясы, жел жылдамдығы және бағыты)
- қондырғылар (температуралық құбырлар, желдеткіш санылаулар және бағыттағыш перделер).

Микроклиматтың әрбір параметрі, өнімнің түрі мен жай-күйімен анықталатын тиімді деңгейде сақталуы тиіс. Түрлендіргіштердің саны мен орны жылыжайдың құрылымы мен көлеміне байланысты. Жылыжайларда түрлендіргіштер өсімдік деңгейінде орналасуы тиіс. Жылыжай микроклиматы келесілермен басқарылады:

- жылыту жүйесі;
- желдету және қараңғылау жүйелері;
- жарықтандыру және көлеңкелеу жүйелері;
- CO₂бұрқу жүйесі. [3]

Жұмыс істеу принципі

Автоматты басқару жүйесі түрлендіргіштерден, атқарушы механизмдерден және бағдарламаланатын логикалық контроллерлардан тұрады (БЛК). Жылыжай микроклиматын автоматты басқару бірнеше кезеңдерден тұрады:

1. Түрлендіргіш климат параметрінің деңгейін анықтап, сигналды БЛК-ға жібереді;
2. БЛК оның, диапазонда ма әлде жоқпа екенін тексереді (жоғары немесе төмен).
3. Егер өлшенген мән максималды мәннен жоғары немесе минималды мәннен төмен болса, онда БЛК іске қосылады. Ол климаттық параметрлер қалыпты жағдайға келгенше жұмыс істей береді.

Сумен жылыту жүйесі жылыжайдың төменгі жағына айналдыра құбыр тарту немесе желдеткіш-радиаторлар көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін[5]. Ыстық сумен жылыту жүйесі жылыжайдағы температураның бірқалыптытаралуын қамтамасыз ететін жақсы тәсіл болып табылады[6]. Сумен жылыту жүйесі келесілерден тұрады:

- жанарғысы бар қазаннан;
- негізгі қыздыру контуры;
- қосымша қыздыру контурры.

Жанарғы қазандағы суды қыздырады, қызған су негізгі контур арқылы өтеді. Ыстық су қосымша қыздыру түтіктері арқылы өсімдік арасында және қабырғада орналасқан құбырлар жүйесіне беріледі.

Жылыжайда қоршаған орта температурасын бақылап және БЛК-ға сигнал жіберіп тұратын термо-гигрометр орналастырылады. БЛК, өлшеп алынған және бізге қажетті тиімді температураның айырмашылығына сүйене отырып қазандағы және құбырлардағы су температурасын есептейді[5].

Құбыр бетінің температурасын араластырғыш клапаннан 1-1,5 метрден кейінгі жерден өлшейді[8]. Жүйедегі су температурасы үш түрлі араластырғыш клапандардың көмегімен ыстық және суық суларды араластыру арқылы жылыжайда қалаған температураны ұстап тұрады. Клапандар БЛК көмегімен басқарылады. БЛК клапандағы дефлектор күйін өлшемейді (позициясыз кері байланыс). Сондай-ақ су сорғыштар да БЛК арқылы басқарылады. Негізгі айналдырғыш насос, бірқалыпты температуралық өрісті сақтай отырып, тұрақты жұмыс істеп тұрады (жоғары/төмен/сөндірулі). Энергия шығынын азайту мақсатында ортаңғы қыздыру секцияларында (өшірп/қосқыш) айналдырғыш насосы қолданылады.

Температура, салыстырмалы ылғалдық және CO₂ деңгейін бақылауда жылыжайлардағы желдету ең маңызды жүйе болып табылады. Шатыр, алдыңғы есік және вентиляторды өзара үйлестіру арқылы жылыжайларда жақсы желдетуге қол жеткізуге болады. Температура өсімдіктің физиологиялық даму кезеңдеріне (гүлдеу, өсу, даму) тікелей ықпалын тигізеді, булану жылдамдығын бақылайды, фотосинтез процесі кезіндегі өсімдік суларының саңылаулар арқылы шығып кетпеуін бақылайды. Жылыжайлардағы температура мәні көбінесе өсірілетін өсімнің түріне байланысты.

Әр жеміс және оның даму процесі температураны әр түрлі сезінеді. Жоғары температура өсімдіктің үлкен аумақты ала отырып қарқынмен өсуін қамтамасыз етеді. Нәтижесінде суды көп мөлшерде жоғалтуға және фотосинтездің таралу үйлесімінің бұзылуына алып келетін үлкен булану жылдамдығын тудырады. Өз кезегінде бұл физикалық өзгеріске ұшырауға және өсімдіктің репродуктивті дамуына тежеу болуы мүмкін[10].

Жылыжайда температура, салыстырмалы ылғалдылық (термогигрометр) немесе CO₂ деңгейі (көмірқышқыл газының датчигі) жоғарлаған кезде БЛК электрқозғалтқыштарды іске қосып, шатыр

люгі 10%-ға ашылады. Жел бағытына байланысты үнемі екі жағының біреуі автоматты түрде ашық тұратындай шатыр желдеткіштерінің көбелек тәрізді түрін қолданған тиімді.

Температура, салыстырмалы ылғалдық және көмірқышқыл деңгейлерінің өлшенген және берілген мәндерінің айырмашылығына сүйене отырып БЛК шатыр желдеткішінің позициясын есептеп шығарады. 3 минут өткеннен кейін БЛК қайта тексереді, егер бақыланатын параметрлер қалыпты деңгейде болмаса шатыр желдеткіші тағы 10%-ға ашылады.

Бұл процесс параметрлер мүмкін болатын максималды мәннен төмен түспейінше жалғаса береді.

Егер станция жауын-шашын немесе қатты желді байқаса БЛК шатырдағы саңылауды жабады және вентилятор немесе буландыру жүйесін іске қосады. Температура мен ылғалдықты бірқалыпты ұстап тұруда вентилятордың маңызы зор. Таза ауа жылыжайдың бір жағынан кіріп қарсы жағындағы ыстық ауаны алмастырады. Вентилятор ауа ағынын индукциялап, ыстық ауаны жоғары көтереді.

Буландыру арқылы салқындату жылыжайдың температурасын төмендетіп қана қоймай, іштегі салыстырмалы ылғалдықты арттыруға көмектесетіндіктен Қазақстанның оңтүстік аймақтары үшін салқындатудың басқа түріне қарағанда осы түрі тиімдірек.

Су жоғары қысыммен шүмек арқылы өте ұсақ тамшылар ретінде ауаға тарайды. Тамшы көлемінің кішіреюі ауа мен су арасындағы жылу алмасуды арттырады, нәтижесінде булану жылдамдығы да арта түседі. Булану эффектісі салқындатуды және ылғалдандыруды шақырады. Тұман ағыны БЛК-мен басқарылатын электромагниттік клапанның көмегімен өзгертіліп отырады.

Өсімдіктің өсуі үш жарықтық процесспен байланысты, атап айтсақ, фотосинтез, фотоморфогенез және фотопериодизм. Жарықтың әр нұсқасы осы процесстерге тікелей әсер етеді. Жарық, көмірқышқыл газын органикалық материалдарға айналдырып оны оттегі ретінде шығаратын фотосинтез процессінің бір бөлігі. Өсімдіктің әр түрлі жарық түрлерінің әсерінен өсуін Фотоморфогенез және күн ұзақтығының өсімдіктің өсуіне ықпалын, яғни гүлдеуі немесе түйін беруінің күнге тәуелділігін фотопериодизм деп атаймыз.

Жасанды жарықтандыру табиғи жарық жоқ кезде немесе қараңғыланған кезде қолданылады. Күн радиациясының тікелей түсуі жылыжайлардағы температураның көтерілуінің негізгі көзі болып табылады. Бұл көлеңкелеу немесе шағылыстырудың көмегімен басқарылуы мүмкін. Көлеңкелеу әр түрлі жолдармен іске асырылады, атап айтсақ, іштен немесе сырттан көлеңкелеу қалқандары арқылы және бояулардың көмегімен. Қалқандар сондай-ақ түнгі уақытта шатыр арқылы кететін жылу шығынын азайтуға көмектеседі. Егер станция жоғары күн радиациясын сезсе БЛК электрқозғалтқышты іске қосады және қалқандар көлденең қозғалады.

Күн радиациясының өлшенген және берілген мәндерінің айырмашылығы есептелініп көлеңкелеудің орны айқындалады. Ауылшаруашылық өнімдерінің қалыпты өсуі үшін жеткілікті жарықпен қамтамасыз ететін арнаулы шамдар қолданылады (қыс айларында және бұлтты күндері). Табиғи жарық жоқ болса БЛК жасанды жарықтандыруды қосады. Фотосинтез процессіне қажетті жарық мөлшерін анықтау үшін өсімдіктің өсіп-өну мерзіміне қарай БЛК қажетті жарықтандыру уақытын есептей алады.

Көмірқышқыл газы (CO_2) фотосинтез процессін түзудегі негізгі субстрат. Бұл фотосинтез процессін арттыра отырып өсімдіктердің өсуін жылдамдатады.

CO_2 деңгейі қалыпты жағдайдан шоғырлану деңгейіне дейін өскенде, 700 ден 900 $\mu\text{l l}^{-1}$ -не дейін, өсімдіктің өсуі артады. Соңғы зерттеулер CO_2 мөлшерден көп болған жағдайда (1000 $\mu\text{l l}^{-1}$) кері әсерін тигізетінін көрсетті. CO_2 -нің өсімдікпен жұтылуы микроклиматтың өзге де факторларына тікелей байланысты.

Арнаулы вентилятор көмірқышқыл газын сыртқы ауамен араласу үшін және ауа температурасын төмендету мақсатында желдету саңылаулары арқылы сыртқа айдайды. Жылыжайлардағы CO_2 жақсы таралуы суғару жүйесіне ұқсас құбырлар желісінің көмегімен іске асырылуы мүмкін. Газдан мүмкін болатын қауіпті байқау үшін CO_2 -нің шоғырлануын өлшейтін арнаулы датчиктер таратқыш құбырларға орнатылады. Егер көмірқышқыл газының шоғырлануы ұсынылған мәннен азырақ болса БЛК газдың таралуына жауапты электромагниттік клапанды ашады. Біраз уақыттан кейін CO_2 -нің шоғырлануы күрт өсіп кетпес үшін тексеріс болады[5].

Қорытынды

Ауылшаруашылық өнімдерінің өсуі тиімді болуы үшін температура, салыстырмалы ылғалдылық, күн радиациясы, көмірқышқыл газы сияқты микроклиматтық параметрлер үнемі бақылауда болуы тиіс.

Мақалада келтірілген тиімді мехатрондық жүйені жүзеге асыру үлкен жылыжайлармен қатар орта және шағын жылыжайларға да қол жетімді. Жылыжай көлемі ұлғайған сайын жүйенің тиімділігі арта түседі. Жылыжайдың әр бөлігі жеке бағдарламаланатын логикалық контроллерлармен (БЛК) қамтылған және барлық БЛК-лар жиынтығы бір орталықтан басқарылады. Сөйтіп әр түрлі өсімдіктердің жиынтығын микроклиматы тиімді басқарылатын жеке блоктарда өсіруге болады.

ӘДЕБИЕТ

[1] Бот Ж.П.А.: Парниковый климат от физических процессов в динамической модели, кандидатская диссертация, сельскохозяйственного университета Вагенинген: Нидерланды, 1983.

[2] Чалаби С. Бейли Ж и Уилкинсон Ж.: В режиме реального времени оптимальный алгоритм управления для отопления теплиц, компьютеров и электроники в сельском хозяйстве, Том. 15, № 1, стр. 1-13 1996.

[3] Боулард Т. и Бейл А.: Моделирование оценивающий воздухообмена в теплице оснащенный непрерывных вентиляционные крыше, журнал сельскохозяйственного машиностроения исследований, Том. 61, № 1, стр. 37-47, 1995.

[4] Мортенсен Л.М. и Стромм Е.: Эффекты качества света на некоторых тепличных культур, Scientia Horticulturae, Том. 33, № 1-2, страницы 27-36, 1987.

[5] Клэринг Х.П., Каузчайлд С. Хейвнер А. и Бар-Йосеф Б.: Модель управления на основе концентрации CO₂ в теплицах на уровне содержания в атмосфере увеличивает выход огурец, сельскохозяйственных и лесных метеорологии, Том. 143, № 3-4, pp.208-216, 2007.

REFERENCES

[1] Bot, G.P.A: Greenhouse climate from physical processes to a dynamic mode, PhD thesis, Agricultural University of Wageningen: TheNetherlands, 1983.

[2] Chalabi, S., Bailey, J. and Wilkinson, J.: A realtimeoptimal control algorithm for greenhouseheating, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 15, No. 1, pp. 1-13 1996.

[3] Boulard, T. and Baille, A.: Modelling of AirExchange Rate in a Greenhouse Equipped withContinuous Roof Vents, Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 61, No. 1, pp. 37-47, 1995.

[4] Mortensen, L.M. and Strømme, E.: Effects of light quality on some greenhouse crops, ScientiaHorticulturae, Vol. 33, No. 1-2, Pages 27-36, 1987.

[5] Kläring, H.-P., Hauschild, C., Heißner, A. and Bar-Yosef, B.: Model-based control of CO₂concentration in greenhouses at ambient levels increases cucumber yield, Agricultural and ForestMeteorology, Vol. 143, No. 3-4, pp.208-216, 2007

РАЗРАБОТКА МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ТЕПЛИЦ

А.К. Атыханов, Н. Мукагай, А.Т. Оспанов

Ключевые слова: климат контроль для парников, парниковые растения, оптимальнаясреда

Аннотация. Основной причиной применения управления микроклиматом в теплицах являетсядостижения оптимальной растущей среды. Из за своей сложности, чрезмерноеконтроль в теплицах может негативно влиять на выращиваниесельскохозяйственных культур. Более того, нам нужно оптимальное контроль для достижения этих сложныхцели, в том числе низким уровнем выбросов и снижение производственных затрат. В этой статье описан практический подход к системе управления теплицы.

Поступила 13.04.2016 г.