

ученого К. В. Марковой, очень высок в процентном соотношении. И жирность молока зависит от вида дойного скота (коровы, кобылы, овцы, козы и т.д.), породы, сезона дойки, состава съеденных кормов.

ӘОЖ 006.072
ҒТАХР 45.51.33

Утемисова Н.Е., техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, <https://orcid.org/0000-003-2921-6086>

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, 090009, Орал қаласы, Жангир хана, 51, nyrchi@mail.ru

Utemissova N.E., master of technical sciences, senior lecturer, <https://orcid.org/0000-003-2921-6086>
Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian - Technical University, 090009, Uralsk, Zhangir Khan, 51, nyrchi@mail.ru

ЖЫЛЫЖАЙДЫ ЖАРЫҚТАНДЫРУ ҮШІН ЖАРЫҚДИОДТЫ ШАМДАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF LED LAMPS FOR GREENHOUSE LIGHTING

Түйін

Мақалада жарық диодтарын ауыл шаруашылығында қолдану тұжырымдамасы қарастырылады және оны жылыжайлардағы өсімдіктерді жарықтандыру үшін жүзеге асыру мүмкіндігі негізделеді. Зертханалық жағдайда жарықдиодты шамдармен өсімдіктерді жарықтандыру экспериментінің сипаттамасы келтірілген және талқыланады.

Бүгінгі таңда көкөніс шаруашылығын дамыту тақырыбы бүкіл ел үшін өзекті болып табылады. Қазіргі жағдайда жылыжай шаруашылықтарында көкөніс өндірісінің тиімділігін арттыру және оның көлемін ұлғайту көкөніс дақылдарын өсірудің өзіндік құнының жоғары деңгейімен шектеледі. Күрделі шығындарды өтеудің минималды мерзімдеріне қол жеткізу үшін заманауи жылыжайларды жобалау кезеңінде өсімдіктерді өсірудің технологиялық процесінде қолданылатын жабдықты таңдауға көп көңіл бөлу керек, өйткені жылыжайларды пайдалану процесінде шығындардың негізгі үлесі энергия қабылдайтын құрылғыларға тиесілі. Жабдық энергияны үнемдейтін және жылыжайда қажетті режимдерді мүмкіндігінше тиімді қамтамасыз етуі керек, ұзақ қызмет ету мерзіміне ие болуы керек және т.б. жылыжай шаруашылықтарының түпкілікті өнімінің құны 30-40% жарықтандыру құнына байланысты. Сондықтан көкөніс дақылдарын өсірудің өзіндік құнын төмендетуге жылыжайларда жарықдиодты шамдарды (SDS) қолдану көбірек ықпал етуі мүмкін. Ауыл шаруашылығы объектілеріндегі дәстүрлі жарық көздерімен салыстырғанда оларды қолданудың экономикалық әсеріне баға беріледі.

ANNOTATION

The article discusses the concept of using LEDs in agriculture and substantiates the possibility of its implementation for lighting plants in greenhouses. The results of an experiment on lighting plants with LED lamps in laboratory conditions are described and discussed.

The topic of vegetable growing development is relevant for the whole country today. In modern conditions, increasing the efficiency of production and increasing the volume of vegetables in greenhouses is constrained by the high cost of growing vegetable crops. In order to achieve the minimum payback period for capital expenditures, at the design stage of modern greenhouses, it is necessary to pay great attention to the choice of equipment used in the technological process of growing plants, since the main share of costs in the operation of greenhouses falls on energy receiving devices. The equipment must be energy-efficient and provide the required conditions in the greenhouse as efficiently as possible, have a long service life, etc. The cost of the final products of greenhouses depends on the cost of lighting by 30-40%. Therefore, the use of LED lamps in

greenhouses can contribute more to reducing the cost of growing vegetable crops. An assessment of the economic effect of their use in comparison with traditional light sources at agricultural facilities is given.

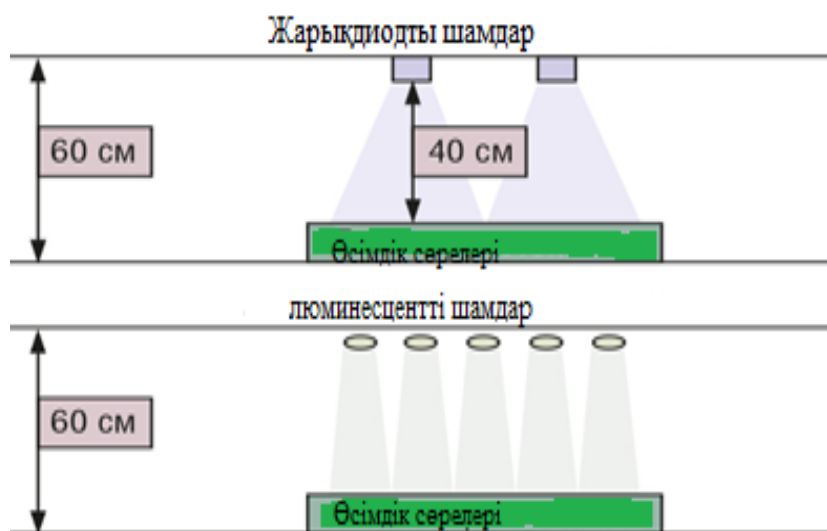
Түйін сөздер: жарықдиодты шам, жоғары қысымды натрий шамы, сәулелену, пайдалану шығындары, ағымдағы шығындар, баға санаты

Key words: LED lamp, high-pressure sodium lamp, irradiation, operating costs, reduced costs, price category

Кіріспе. Қазіргі қоғамды жарықты кеңінен қолданбай елестету мүмкін емес. Жарық жұмыс пен оқу үшін қалыпты жағдай жасайды, тұрмыс жағдайын жақсартады. Жарықтандырусыз өнеркәсіптік кәсіпорындардың, көліктің жұмысы мүмкін емес. Қазіргі заманғы қалалық шаруашылық жасанды жарықсыз жасай алмайды, су - тоқтың қараңғы уақытында құрылыс және ауылшаруашылық жұмыстарын жүргізуге болмайды. Жарық ғарышқа ұшуға, дүниежүзілік мұхитты игеруге, жер асты шахталары мен үңгірлерге еруге мүмкіндік береді. Оптикалық сәулелену өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығындағы заманауи технологиялық процестерде көбірек қолданылады, фотохимиялық өндірістердің ажырамас бөлігіне айналады, мал шаруашылығы мен құс шаруашылығының өнімділігін, өсімдік дақылдарының өнімділігін арттыруда өсіп келе жатқан рөл атқарады [1].

18 ғасырдың аяғында ағылшын және голланд ғалымдары өсімдіктер сумен, ауамен, жарықпен және топырақтың аз бөлігімен қоректенеді деген қорытындыға келді. Бірқатар тәжірибелер арқылы олар фотосинтез құбылысын ашты. Фотосинтез-өсімдіктердің өсуі мен дамуына жауап беретін негізгі өмірлік процесс. Өсімдіктердің құрғақ заттарының 95% - дан астамы осы процестің нәтижесінде пайда болады. Орыс зерттеушісі К.А.Тимирязев фотосинтез үшін энергия көзі негізінен спектрдің ұзын толқынды бөлігі (қызыл сәулелер), ал қысқа толқынды бөліктің (көк-жасыл) әсері онша маңызды емес екенін дәлелдеді.

Зерттеу материалдары мен әдістері.



Сурет 1 – Эксперименттің сұлбасы

Көршілес екі сөреге өсімдік тұқымымен себілген контейнерлер қойылады. Екі сөреде де өсімдіктерді өсіру процесі толығымен жасанды жарықтың астында жүреді. Бірінші жағдайда Xlight Xld-Line50-Agro жарықдиодты шамдары қолданылады (сурет. 2), екінші жағдайда – өсімдіктерге арналған Osram Fluora флуоресцентті шамдары бар шамдар. Өсімдіктер күніне 16 сағат жарықтандырылған. Жарықтандырылған учаскенің ауданы шамамен 0,5 м² құрайды.



Сурет 2 – Xlight Xld-Line50-Agro жарықдиодты шамдары

Алынған нәтижелердің дұрыстығын растау үшін эксперимент екі қайталанатын кезеңнен тұрады. Қазіргі уақытта бірінші кезең аяқталды: өсімдіктер тұқымнан өну кезеңінен зертханалық жағдайда жеміс беру кезеңіне дейін толығымен дамыды. Екінші кезең өсімдіктер үшін жарықдиодты жарықтандыру көздерін пайдаланудың артықшылықтарын нақты жағдайларда растауы керек [2].

Қазірдің өзінде тәжірибе көрсеткендей, флуоресцентті лампалардан айырмашылығы, жарықдиодты шам өсімдіктерді өсіруден бастап гүлдену мен жеміс беруге дейін толық өсіру циклі үшін қажетті сәулелену спектрін қамтамасыз етеді, ал флуоресцентті лампалар спектрі өсімдіктердің жеміс беруіне жол бермейді, сондықтан бұл шамдар тек көшеттерді өсіруге жарамды. Жарықдиодты шамдардың тағы бір артықшылығы-жылудың аз бөлінуі, сондықтан оларды жылыжай учаскесін қайта жабдықтауға жақын жерде орналастыруға болады.

Есептеулер үшін келесі бастапқы деректер қабылданды:

- өсімдіктердің үстіндегі шамдардың іліну биіктігі-3 м;
- ауданы-60 тор 12 м²;
- көлденең арқалықтардың саны (шамдарды бекіту орындары) – 16 дана.;
- арқалықтар арасындағы қашықтық-4 м;
- қолданылатын шамдар саны - 192 дана (бір Арқалыққа 12 дана).

Зерттеу кезінде қолда бар 648 Вт натрий шамдарын 166 Вт XLight жарықдиодты шамдарға ауыстыруды көздеді. Xlight жарықдиодты шамы әртүрлі жарықтандырудың өсімдіктердің өсуіне әсерін зерттеу нәтижелерін көрсетті. Жарық спектрі өсімдіктерді сіңіру спектріне ең жақын. Оның дизайны қарапайым және сенімді. Шамның модульдік құрылымы оны жылыжайлардың әртүрлі түрлеріне пайдалануға мүмкіндік береді.

Ол үшін жарықдиодты жарықтандырудың басты артықшылығы өсімдіктердің өсуі үшін өте қолайлы сәулелену спектрін таңдау деп атауға болады. Спектр көк және сарғыш-қызыл аймақтарда орналасқан. Қызыл жарық тамыр жүйесінің өсуі, жемістердің пісуі, гүлденуі және көк жапырақтардың дамуы, өсімдіктердің өсуі үшін қажет [4]. Натрий шамында спектрдің негізгі бөлігі сарғыш-қызыл аймаққа жатады және көгілдір жарық жетіспейді; көгілдір жарықтың болмауына байланысты өсімдіктер жоғары қарай тартылып, сынғыш болады және тасымалдауға төзбейді.

Сондай - ақ, жарықдиодты шамдарды аз тұтынуды атап өткен жөн: шамамен бірдей жарық сипаттамалары бар бір жарықдиодты шам әдеттегі натрий шамымен салыстырғанда үш есе аз электр энергиясын тұтынады. Осының барлығында жарықдиодты шамдардың ұзақ қызмет ету мерзімі (100 000 сағат) бар, бұл жарықдиодты шамның ұзақ қызмет ету мерзімін (3 жыл) және ұзақ қызмет ету мерзімін (10 жыл) қамтамасыз етеді.

Жылыжай жарықтандыру жүйелерінде қолданылатын жарық көздерінің түріне қарамастан, шамдардың жай-күйін бақылаудың және маусымға, тәулік уақытына, тартылған аумақтардың конфигурациясына, қажетті сәулелену спектріне және т.б. байланысты қосу/өшіруді басқару режимдерін қамтамасыз етудің қарапайым функциялары жүктелуі мүмкін

ішкі басқару жүйесін пайдалану мағынасы бар. Жылыжайды автоматтандырудың орталықтандырылған жүйесінің құрамына кіреді. Мұндай шешімдерді талдау көрсеткендей, мұнда қарапайым және өте арзан контроллерлерді қолданатын автономды ішкі жүйелер бар: RTU188 - BS (FASTWEL), ADAM (Advantech),

WAGO I/O, LOGO! (Siemens) [5] және т. б. жарықтандыру жүйесінің бөлігі ретінде басқарудың ішкі жүйесін қолдану дәл жарықдиодты шамдарды қолданған жағдайда тиімдірек болатынын атап өткен жөн, өйткені бұл шамдар физикалық табиғатына байланысты

Олардың параметрлерін реттеу мен орнатудың үлкен мүмкіндіктері. Осындай басқарудың ішкі жүйесі негізінде өсімдіктердің белгілі бір қасиеттерін алу үшін жарықтандыру режимдерін оңтайландыру барысында ағымдағы биологиялық процестерге сәйкес қажетті спектрлері бар шамдарды таңдау және уақыт өте келе осы спектрлерді өзгерту мәселелерін шешуге болады.

Спектрлік диапазонның көрінетін бөлігінің сәулеленуінің өсімдіктерге әсері туралы басқа зерттеулер жүргізілді. Жұмыста [2] жарықтың қарқындылығы мен спектрлік құрамының Фотосинтездің тиімділігіне және әртүрлі өсімдіктердің өнімділігіне әсерін зерттеді. Өсімдіктерде арнайы пигменттер жарықты сіңіруге жауап береді. Олардың негізгілері - А және В хлорофиллдері және каротиноидтар. Хлорофиллдер көк және қызыл диапазондардың жарығын, ал каротиноидтар көк диапазонды сіңіреді. Әр түрлі пигменттермен сәулеленген жарық әр түрлі мақсаттарға жұмсалады: спектрдің қызыл аймағында сезімталдық шыңы бар пигменттер тамыр жүйесінің дамуына, жемістердің пісуіне, өсімдіктердің гүлденуіне жауап береді; көк аймақта сіңіру шыңы бар пигменттер жасыл массаның өсуіне жауап береді; сәулелену спектрінің жасыл бөлігі тығыз жапырақтар мен төменгі деңгейлердің жапырақтарының фотосинтезі үшін пайдалы, қайда көк және қызыл сәулелер әрең енеді. Спектрдің қалған бөліктерін өсімдіктер іс жүзінде қолданбайды.

Зерттеу нәтижелері. Зерттеулер нәтижесінде фотофильді өсімдіктерді өсіру үшін ең қолайлы болып 150-220 Вт/м² қарқындылығы көрсетілді, ал сәулеленудің оңтайлы құрамы спектр бойынша энергияның келесі қатынасына ие: 30% – көк аймақта (380-490 нм), 20% - Жер бетінде (490-590 нм) және 50% - қызыл аймақта (600-700 нм). Осындай жасанды жарықтандыруды қолдана отырып, әдеттегі жарықтандырудан бірнеше есе жоғары және қысқа (1,5-2 есе) мерзімдері.

Жоғарыда келтірілген нәтижелер өсімдіктерді жарықтандыру үшін жарықдиодты шамдарды қолдану мүмкіндігін көрсетеді. Қазіргі жарық диодтары оптикалық спектрдің қызылдан күлгінге дейінгі барлық көрінетін диапазонымен қабаттасады. Спектрдің қызыл аймағындағы жарықдиодты сәулеленудің толқын ұзындығының диапазоны 620 – дан 635 нм – ге дейін, қызғылт сары - 610 – дан 620 нм-ге дейін, Сары-585-тен 595 нм-ге дейін, жасыл-520-дан 535 нм-ге дейін, көк-465-тен 475 нм-ге дейін және көк-450-ден 465 нм. Осылайша, әр түрлі түсті топтардың жарық диодтарының қосындыларын құра отырып, көрінетін диапазондағы кез - келген спектрлік құрамы бар жарық көзін алуға болады.

Жарықдиодты шамдардың басқа артықшылықтарын атап өткен жөн, мысалы, электр қуатын аз тұтыну және соның салдарынан жарықдиодты құрылғылардың электр энергиясын аз тұтынуы. Сонымен қатар, жарық диодтарының сәулеленуі бағытталған және бұл олардың негізінде жарық көздерін тиімді пайдалануға мүмкіндік беретінін ескерген жөн. Сондай-ақ, жарықдиодты шамдардың өмір сүру уақыты шамдардың өмір сүру уақытынан кем дегенде бірнеше есе асатынын ескеру қажет, бұл жарықдиодты қолдануды экономикалық тұрғыдан өте тиімді етеді.

Жарықдиодты сәулеленудің қарқындылығы кристалл арқылы өтетін токқа байланысты. Бұл жарықдиодты шамның сәулелену қарқындылығын басқаруға мүмкіндік береді және ток мәнін өзгерту арқылы салыстырмалы түрде оңай. Егер жарықта сәулеленудің толқын ұзындығының әртүрлі мәндері бар жарықдиодты шамдарды қолданса, онда әр түрлі жарық диодтары үшін токты өзгерте отырып, құрамы мен қарқындылығы бойынша әр түрлі сәулелену спектрлерін алуға болады және осылайша өсімдік дамуының нақты кезеңіне байланысты жарық спектрін таңдауға болады.

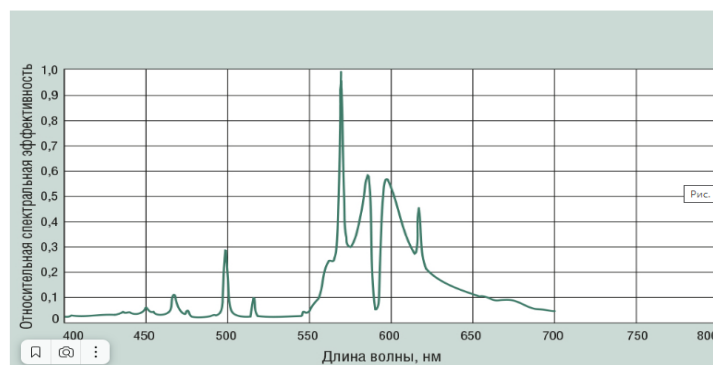
Бұл жерде қазіргі заманғы жылыжайлар күрделі техникалық кешендер, көбінесе роботтандырылған деп айтуға болмайды. Оларды басқару автоматтандырылған жүйелердің көмегімен жүзеге асырылады, оған жарықтандыруды басқаруды да, сәулеленудің

қарқындылығы бойынша да, спектрлік құрамы бойынша да қосуға болады және өсімдіктердің даму кезеңін ескеретін бағдарламалар бойынша осындай басқару операцияларын жүргізеді.

Сонымен қатар, жарықдиодты шамдар, шамдардан айырмашылығы, сынғыш емес, сондықтан оларға негізделген құрылғылар вандалға төзімді болуы мүмкін және төмен вольтты қуат мүмкіндігі оларды қауіпсіз етеді, яғни өрт немесе жарылыстың ықтимал көзі емес [3].

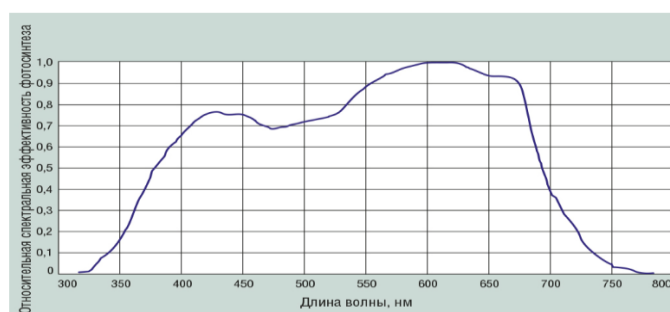
Жоғарыда айтылғандардың барлығы жарықдиодты шамдарды жылыжай жарығында пайдалану үшін өте тартымды етеді. Олардың мүмкіндіктерін бағалау үшін жарықдиодты жарық көздерінің параметрлерін және қазір жылыжай шаруашылығында қолданылатын шамдарды салыстыру қажет.

Қазіргі уақытта өсімдіктерді жасанды жарықтандыру үшін аграрлық деп аталатын арнайы типтегі шамдар қолданылады.



Сурет 3 – Аграрлық натрий шамының спектрі

4-ші суретте көк спектрлік аймаққа (сол жақ кең максимум) сәйкес келетін 400-500 НМ толқын ұзындығы диапазонындағы және қызыл спектрлік аймаққа (оң жақ кең максимум) сәйкес келетін 600-700 НМ диапазонындағы максимумдар анық көрінеді.



Сурет 4 – Фотосинтездің салыстырмалы спектрлік тиімділігінің қисығы

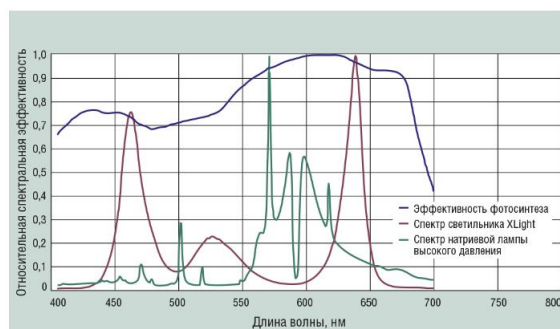
Жарық көзінің тиімділігін көз тұтынатын қуаттың бір ваттына келетін шығарылатын жарық ағынының люмендерінің саны бойынша бағалауға болады. Алайда, бұл жағдайда бұл дұрыс болмайды. Мысалы, адамның көзі түстерді басқаша қабылдайды оның сезімталдығының шыңы спектрдің жасыл аймағында жатыр, сондықтан көк немесе қызыл жарық көзі бізге бірдей оптикалық қуаттың жасыл көзіне қарағанда күңгірт болып көрінеді. Өсімдік жасушалары да барлық толқын ұзындығын бірдей қабылдамайды, әртүрлі сәулелену диапазондары фотосинтез процестерінің ағымына өзінше әсер етеді. Сондықтан бірдей қуаттылықтағы, бірақ спектрлік құрамы бойынша ерекшеленетін шамдарды пайдалану әртүрлі нәтижелерге әкеледі. Осыны ескере отырып, адам көзінің сезімталдық қисығына ұқсас, фотосинтез тиімділігінің орташа қисығы құрылады (сурет 4) және осы қисық арқылы жарық көзінің спектрін пайдалану тиімділігі бағаланады.

400 - ден 700 нм-ге дейінгі толқын диапазонындағы сәулелену фотосинтез ағымына ең үлкен әсер етеді және фотосинтетикалық белсенді деп аталады. Бұл шама фотосинтетикалық

фотон ағыны (Photosynthetic Photon Flux – PPF) деп аталады және секундына фотондардың микромольдерімен өлшенеді, ал PPF-тің қуат тұтынуына қатынасы сәулелену көзінің тиімділік коэффициенті ретінде қарастырылады.

Тиімділік көрсеткіштерінен басқа, сәулелену спектрінің құрамы үлкен маңызға ие. Бұрын спектр бойынша энергияның оңтайлы қатынасы келтірілген: 30% – көк аймақта, 20% – жасыл және 50% - қызыл. Бұл арақатынас толыққанды өсімдіктерді өсіруді қамтамасыз етеді, ал оның қатты бұзылуы дамудың ауытқуына әкеледі. Мысалы, егер сәулелену энергиясының көп бөлігі спектрдің көк аймағында болса, бұл фотосинтезі жоғары, бірақ өнімділігі төмен өсімдіктердің пайда болуына әкеледі. Қызыл түспен күшті сору, керісінше, генеративті ағзаларға зиян келтіріп, вегетативті мүшелердің шамадан тыс өсуіне әкеледі. Осылайша, жарық көздерінің екі түрін – натрий шамдары мен жарықдиодты шамдарды келесі параметрлер бойынша салыстыру қажет: көз спектрін пайдалану тиімділігі, PPF/Вт қатынасы және спектр құрамы.

Xlight жарықдиодты шамы және фотосинтез тиімділігінің қисығы ұсынылған.



Сурет 5 – Жоғары қысымды натрий шамының спектрлері

Натрий шамдарының жоғары PPF/Вт қатынасы бар – кем дегенде 1,8 мкмоль/(с). Көз спектрін пайдалану тиімділігінің есептік мәні 0,92 құрайды. Натрий шамының спектрінде көк аймақтағы орташа қарқындылық деңгейі қызыл аймақтағы қарқындылық деңгейінен үш есе төмен, бұл неғұрлым қарқынды шамды пайдалану қажеттілігін, яғни қуат тұтынуды арттыру қажеттілігін көрсетеді.

Xlight жарықдиодты аграрлық шам жылыжайды жарықтандыру талаптарын ескере отырып жасалған және оның спектрі мүмкіндігінше оңтайлыға жақын. PPF/Вт есептік мәні-2 мкмоль/(с Вт). Көз спектрін пайдалану тиімділігінің есептік мәні-0,83.

Деректер көздерінің екі түрін салыстыра отырып, Xlight жарықдиодты шамы өзінің спектрі бойынша өсімдіктерді өсіру үшін оңтайлы шамға жақын, натрий шамына қарағанда фотосинтетикалық белсенді сәулеленудің жоғары қайтарылуымен сипатталады және онымен салыстырмалы көз спектрін пайдалану тиімділігіне ие деген қорытынды жасауға болады. Мұның бәрі вегетациялық кезеңде өсімдіктерді жарықтандыру үшін шамдардың осы түрін неғұрлым тиімді қолдануды көрсетеді.

Өсімдіктерді жарықтандыру үшін жарықдиодты шамдарды пайдалану бойынша эксперимент Орал жылыжай комбинатының базасында өтеді.

Эксперименттің мақсаты өсімдіктердің жартылай өткізгіш сәулелену көздерінен (Жарық диодтарынан) өну кезеңінен жеміс беру кезеңіне (жеміс аналық бездерінің пайда болуы) жарық астында даму қабілетін тексеру болып табылады.

Қорытынды. Қазіргі уақытта жылыжай жарықтандыру жүйелерінің көпшілігі өсімдік шаруашылығына бейімделген жоғары қысымды натрий шамдарын пайдаланады [7,8] – аграрлық натрий шамдары деп аталады. Алайда, бұл шамдарда жұмсалған энергияның үштен бір бөлігі ғана фотосинтез үшін тиімді сәулеленуге айналады, яғни артық жылу да көп өндіріледі. 40 Вт/м² көшеттерді өсіруге арналған жылыжайда оңтайлы жарық нормасын алу үшін кем дегенде 120 Вт натрий шамын, ал 100 Вт/м² өнімге арналған жылыжайда жарық нормасын алу үшін кем дегенде 300 Вт шамды пайдалану керек. Көшеттерді өсірудің фотопериодында 14 сағат және өнімге 16 сағат өсіру 1 м² үшін электр энергиясын тұтыну тәулігіне бірнеше кВт•сағ құрайды. Жылыжайдың бүкіл өнімді аймағын қайта есептегенде, шамдармен электр энергиясын тұтыну мөлшері өнімнің өзіндік құнының өсуіне айтарлықтай

эсер ететін үлкен мәнге айналады. Жарықдиодты шамдарды қолдану бұл шаманы кем дегенде 3 есе төмендетуі мүмкін. Қуатты аз тұтынудан басқа, жарықдиодты шамдар аграрлық шамның сәулелену спектрінің фотосинтез тиімділігінің спектріне көбірек сәйкестігін қамтамасыз ете алады, бұл жылыжай ауданының бірлігіне қажетті сәулелену қуатын, демек, шамның қуатын төмендетуге мүмкіндік береді, нәтижесінде электр энергиясын тұтынудың қосымша төмендейді және шығындар азаяды [10].

Мақалада сипатталған эксперимент жарықдиодты шамдармен жарықтандырылған кезде тұқымдар толық даму циклінен өткенін көрсетті, ал люминисцентті шамдармен жарықтандырылған кезде олар тек гүлдену кезеңіне жетті. Бұл жарықдиодты жарықтандырудың спектрлік құрамын таңдау арқылы өсімдіктің толық даму циклінің уақытын азайтуға және жеміс беру кезеңдерінің санын көбейтуге мүмкіндік береді. Егер электр энергиясын үнемдеуді, сондай-ақ жарықдиодты шамдарды қолданған кезде мүмкін болатын өсімдіктің даму фазасына байланысты сәулеленудің қарқындылығы мен спектрлік құрамын басқару мүмкіндігін ескеретін болса, онда мұндай шамдарды енгізудің экономикалық әсері өте маңызды болуы мүмкін.

Жарықдиодты қолдану пайдасына олардың құрылымдық беріктігі, сенімділігі, үлкен ресурсы, экологиялық таза.

Жүргізілген зерттеулер жылыжайды жарықтандырудың болашағы жарықдиодты шамдардың артында екенін растайды [13]. Мұндай шамдарды қолдануды бүгін бастаған жөн.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Бахарев, И. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы [Текст] / И. Бахарев, А. Прокофьев, А. Туркин // Аграрное обозрение. – 2011. – № 3. – С. 25-26.

2 Боярская Н. П., Темербаев С. А., Довгун В. П., Кабак А. Л., Колмаков В. О. Анализ спектрального состава токов и напряжений светодиодных и газоразрядных источников света // Вестник КрасГАУ, № 8–2013. - С.180–184.

3 Валеев Р.А. Анализ солнечного спектра [Текст] / Р.А. Валеев, Н.П. Кондратьева // Материалы международной научно-практической конференции «Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы». – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2013. Том 2. – С. 50-53.

4 Галушак В.С., Экологические аспекты применения светодиодных осветительных приборов / В.С. Галушак, Т.В. Копейкина // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2012. – № 1. – С. 29–32.

5 Галиуллин Р.Р., Разработка и исследование энергосберегающей автоматизированной системы освещения теплицы на основе светодиодных технологий / Р.Р. Галиуллин, С.М. Яковлев и др. // Отчет по научно-исследовательской работе. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. – 97 с.

6 Каримов И.И. К вопросу выбора ценовой категории как способа оптимизации затрат на электроэнергию для условий защищенного грунта / И.И. Каримов, С.М. Яковлев // Материалы VI всероссийской научно-практической конференции «Наука молодых – инновационному развитию АПК» Уфа: Башкирский ГАУ, 2013 – С. 207-211.

7 Кобякова М., Разработка и расчет системы агроосвещения на базе светодиодных и натриевых ламп высокого давления М. Кобякова // Полупроводниковая светотехника № 3(41)'2016. - С. 67-71

8 Марселис Л., Дуеск Т., Хеувелинк Эп. Будущее за лампами роста (реферат) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.greenhouses.ru/lamps-for-greenhouse>.

9 Маркова С. Н., Применение светодиодов в растениеводстве: реальность и перспективы / С. Н. Маркова сборник «Наука и инновации в современном мире: техника и технологии». Одесса, 2017. - 360 с.

10 Пчелин, В.М. Зеркальные лампы «Рефлекс». Тепличное освещение - состояние и перспективы [Текст] / В.М. Пчелин, Е.Н. Гайдуков, М.В. Саморуков// Теплицы России. - 2008. - №1. - С. 42-48

11 Петров, А. В. Анализ энергопотребления современных светодиодных ламп / А. В. Петров, А. А. Кретов, Р. А. Тамбиев. // Молодой ученый. — 2018. — № 27 (213). - С. 35-42. - URL: <https://moluch.ru/archive/213/51922>

- 12 Ракутько, С.А. Определение защитного угла светильника с произвольным светораспределением и его влияние на качество создаваемого освещения [Текст] / С. А. Ракутько// Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сборник научных трудов. - Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2008. - С. 167-173.
- 13 Эрк А.Ф., Судаченко В.Н., Размук В.А., Тимофеев Е.В. Обоснование параметров светодиодных светильников для животноводческих помещений. Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2017. - № 93. - С.12-19
- 14 The effect of photosynthetic photon flux density on cucumber and tomato transplants assimilative indices / James A. Weber, John D. Tenhunen, David M. Gates, Otto L. Lange. // Proceedings of the 7th International Scientific Conference Rural Development. - 2015. - p. 75-82
- 15 Thosar Abhay. GreenPower LED interlighting // Philips Horticulture LED Solutions. Amsterdam. Netherlands.- 2015.
- 16 Cristaldi, L. Harmonic power flow analysis for the measurement of the electric power quality / L. Cristaldi, A. Ferrero // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 44, June - 2005.
- 17 Olle M & Virsile A. The effect of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. Agric Food Sci. 2013;22:223-234.
- 18 Li Q & Kubota C. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. Environ Exp Bot. 2009 - p.59–64.
- 19 Lin KH, Huang MY, Huang WD, Hsu MH, Yang ZW & Yang CM. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hidroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). SciHortic-Amsterdam. 2013 - p. 86–91.
- 20 LEDs: The Future of Greenhouse Lighting! [Электронный ресурс]/Режимдоступа:<http://leds.hrt.msu.edu/assets/Uploads/LEDs-the-future-of-greenhouse-lighting.pdf>

REFERENCES

- 1 Baharev, I. Primenenie svetodiodnyh svetil'nikov dlya osveshcheniya teplic: real'nost' i perspektivy [Tekst] / I. Baharev, A. Prokof'ev, A. Turkin // Agrarnoe obozrenie. – 2011. – № 3. – S. 25-26.
- 2 Boyarskaya N. P., Temerbaev S. A., Dovgun V. P., Kabak A. L., Kolmakov V. O. Analiz spektral'nogo sostava tokov i napryazhenij svetodiodnyh i gazorazryadnyh istochnikov sveta // Vestnik KrasGAU, № 8–2013. - S.180 –184.
- 3 Valeev R.A. Analiz solnechnogo spektra [Tekst] / R.A. Valeev, N.P. Kondrat'eva // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Nauchnoe obespechenie APK. Itogi i perspektivy». – Izhevsk: Izhevskaya GSKHA, 2013. Tom 2. – S. 50-53.
- 4 Galushchak V.S., Ekologicheskie aspekty primeneniya svetodiodnyh osvetitel'nyh priborov / V.S. Galushchak, T.V. Kopejkina // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2012. – № 1. – S. 29–32.
- 5 Galiullin R.R., Razrabotka i issledovanie energosberegayushchej avtomatizirovannoj sistemy osveshcheniya teplicy na osnove svetodiodnyh tekhnologij / R.R. Galiullin, S.M. YAKovlev i dr. // Otchet po nauchno-issledovatel'skoj rabote. – Ufa: Bashkirskij GAU, 2014. – 97 s.
- 6 Karimov I.I. K voprosu vybora cenovoj kategorii kak sposoba optimizacii zatrat na elektroenergiyu dlya uslovij zashchishchennogo grunta / I.I. Karimov, S.M. YAKovlev // Materialy VI vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Nauka molodyh – innovacionnomu razvitiyu APK» Ufa: Bashkirskij GAU, 2013 – S. 207-211.
- 7 Kobyakova M., Razrabotka i raschet sistemy agroosveshcheniya na baze svetodiodnyh i natrievykh lamp vysokogo davleniya M. Kobyakova // Poluprovodnikovaya svetotekhnika № 3(41)'2016. - S. 67-71
- 8 Marselis L., Duesk T., Heuvelink Ep. Budushchee za lampami rosta (referat) [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.greenhouses.ru/lamps-for-greenhouse>.
- 9 Markova S. N., Primenenie svetodiodov v rastenievodstve: real'nost' i perspektivy / S. N. Markova sbornik «Nauka i innovacii v sovremennom mire: tekhnika i tekhnologii». Odessa, 2017. - 360 s.

- 10 Pchelin, V.M. Zerkal'nye lampy «Reflaks». Teplichnoe osveshchenie - sostoyanie i perspektivy [Tekst] / V.M. Pchelin, E.H. Gajdukov, M.V. Samorukov// Teplidy Rossii. - 2008. - №1. - S. 42-48
- 11 Petrov, A. V. Analiz energopotrebleniya sovremennyh svetodiodnyh lamp / A. V. Petrov, A. A. Kretov, R. A. Tambiev. // Molodoj uchenyj. — 2018. — № 27 (213). - S. 35-42. - URL: <https://moluch.ru/archive/213/51922>
- 12 Rakut'ko, S.A. Opredelenie zashchitnogo ugla svetil'nika s proizvol'nym svetoraspredeleniem i ego vliyanie na kachestvo sozdavaemogo osveshcheniya [Tekst] / S. A. Rakut'ko// Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa: sbornik nauchnyh trudov. - Ul'yanovsk: Ul'yanovskaya GSKHA, 2008. - S. 167-173.
- 13 Erk A.F., Sudachenko V.N., Razmuk V.A., Timofeev E.V. Obosnovanie parametrov svetodiodnyh svetil'nikov dlya zhivotnovodcheskih pomeshchenij. Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkciy rastenievodstva i zhivotnovodstva. 2017. - № 93. - C.12-19
- 14 The effect of photosynthetic photon flux density on cucumber and tomato transplants assimilative indices / James A. Weber, John D. Tenhunen, David M. Gates, Otto L. Lange. // Proceedings of the 7th International Scientific Conference Rural Development. - 2015. - r. 75-82
- 15 Thosar Abhay. GreenPower LED interlighting // Philips Horticulture LED Solutions. Amsterdam. Netherlands.- 2015.
- 16 Cristaldi, L. Harmonic power flow analysis for the measurement of the electric power quality / L. Cristaldi, A. Ferrero // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 44, June - 2005.
- 17 Olle M & Virsile A. The effect of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. Agric Food Sci. 2013;22:223-234.
- 18 Li Q & Kubota C. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. Environ Exp Bot. 2009 - r.59–64.
- 19 Lin KH, Huang MY, Huang WD, Hsu MH, Yang ZW & Yang CM. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hidroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). SciHortic-Amsterdam. 2013 - r. 86–91.
- 20 LEDs: The Future of Greenhouse Lighting! [Elektronnyj resurs]/Rezhimdostupa:<http://leds.hrt.msu.edu/assets/Uploads/LEDs-the-future-of-greenhouse-lighting.pdf>

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается концепция применения светодиодов в сельском хозяйстве и обосновывается возможность её реализации для освещения растений в теплицах. Приводится описание и обсуждаются результаты эксперимента по освещению растений светодиодными светильниками в лабораторных условиях.

Тема развития овощеводства сегодня является актуальной для всей страны. В современных условиях повышение эффективности производства и наращивание объемов овощей в тепличных хозяйствах сдерживается высоким уровнем себестоимости выращивания овощных культур. Для достижения минимальных сроков окупаемости капитальных затрат, на стадии проектирования современных теплиц необходимо уделить большое внимание на выбор оборудования, используемого в технологическом процессе выращивания растений, т.к. основная доля затрат в процессе эксплуатации теплиц приходится на энергопринимающие устройства. Оборудование должно быть энергосберегающим и максимально эффективно обеспечивать требуемые режимы в теплице, обладать большим сроком службы и т.д. Себестоимость конечной продукции тепличных хозяйств на 30-40% зависит от стоимости освещения. Поэтому снижению себестоимости выращивания овощных культур в большей степени может способствовать применение в теплицах светодиодных светильников (СДС). Дается оценка экономического эффекта их применения по сравнению с традиционными источниками света на объектах сельского хозяйства.