Szőriné Zielinska Alicja

Az automatizált klímaszabályozás alapfogalmai

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen készült az Európai Unió támogatásával.

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

Olvasási idő: 30 perc

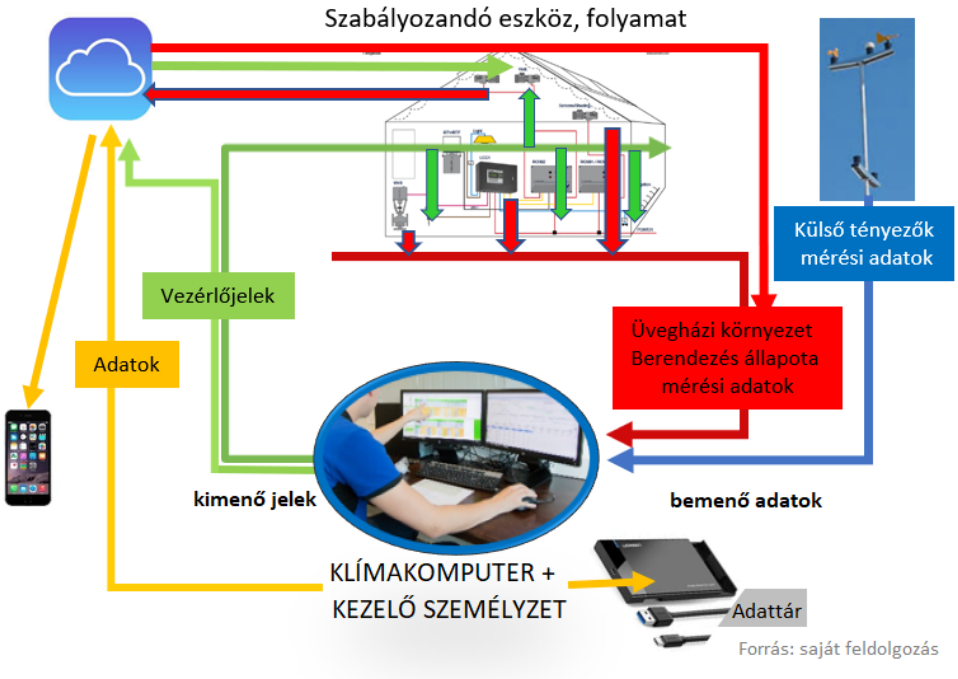
Összefoglalás:
A jelenleg használatos termesztőberendezések technikai felszereltsége sok lehetőséget ad a belső tér szabályozásához. A klímakomputer a külső- és belső körülmények, a növény igényei figyelembevételével összehangoltan és ésszerűen irányítja a bent zajló folyamatokat. Amennyiben figyelembe vesszük az aktuális tendenciákat, a klímakomputereknek egyre nagyobb szerepük van a precíz gazdálkodásban, nélkülözhetetlenek a termesztési folyamat követésében és archiválásában.

Tartalom:
Klímakomputer működési sémája
Adatgyűjtés alapjai
Adatok feldolgozási folyamata
Klíma és berendezés szabályozása

Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu

Európai Unió
Európai Szociális Alap
MAGYARORSZÁG KORMÁNYA
BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

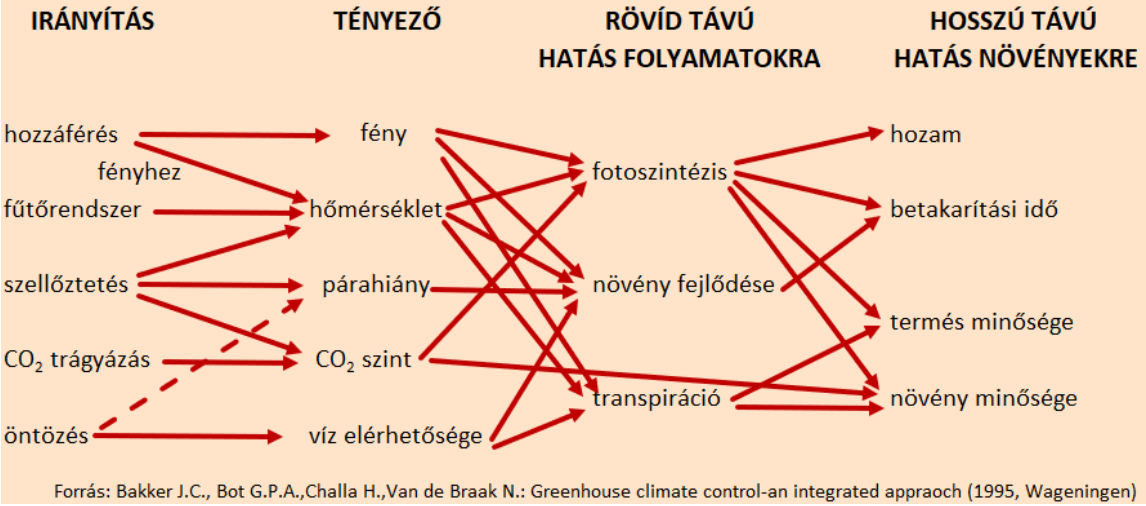
Az utóbbi időben a zöldség hajtatási ágazat nagyon dinamikusan fejlődik. Az új, jól felszerelt berendezések lehetővé teszik a modern technológia bevezetését, így a magyar termelési színvonal már nem marad el a holland gazdaságokétól. Az üvegházi növénytermesztésben egyre több folyamatot lehet automatizálni és irányítani a számítógépek segítségével, amelyek komplex alapon képesek feldolgozni a különböző adatokat, a feldolgozás után pedig irányítani a berendezés klímáját, hőgazdálkodását, és a növények vízellátottságát. Automatizált módszerrel felügyelhető az alkalmazottak munkája, a termékek mozgása és osztályozása a gazdaságon belül, illetve az eladási folyamat is. A számítógép különböző szenzorok, fotocellák, érzékelők segítségével gyűjti össze az információkat, azokat táblázatok, grafikonok formájában feldolgozza, és részt vesz az irányításban azáltal, hogy - a mért értékek alapján - változtatja a berendezés működését (1. ábra).



1. ábra: A klímakomputer működési sémája

A hajtatásos termesztésben a növények optimális ellátásához több paramétert kell szabályozni. Az induló értékeket a kezelő személyzet, legfőképp a kertész vagy szaktanácsadó adja meg a növényi szemle alapján. A fő beállításokat, célértékeket, azt, hogy milyen intervallumban mozoghatnak az paraméterek, mikor legyenek a riasztások, kezdéskor kell rögzíteni és a termesztés során folyamatosan változtatni, néha napi rendszerességgel. A berendezés sajátosságainak-, a technológiák- és növények igényeinek az ismerete, segítséget nyújt a pontos beállításokban.
A növények növekedését befolyásoló tényezők kapcsolódnak a berendezésben lévő klímához, illetve a gyökér környezetéhez. A hatásuk lehet rövid- vagy hosszútávú, erőssége függ a növekedési fázistól és a termesztési időpontól. Azt, hogy milyen hatással vannak ezek a növények életfolyamataira, a 2. ábra mutatja.

Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu



2. ábra: Termesztési tényezők hatása a növények életciklusaira hajtatásos termesztésben

A klímakomputer a beállított értékeket speciálisan erre a feladatra készített programmal, algoritmusok segítségével feldolgozza, optimalizálja és igazítja a meglévő körülményekhez. A gép gyakran - figyelembe véve a zajló folyamatokat és azok sebességét - már előre prognosztizálja a változásokat és ehhez igazítja a végrehajtási folyamatot. Ez leginkább az időjárási mérésekre vonatkozik pl. amikor hűl a levegő, a klímakomputer elindítja a fűtési rendszerben a víz keringtetését.

Adatgyűjtés

Az, hogy milyenek az optimális körülmények, alapvetően a fény, hőmérséklet és páratartalom határozza meg. Ezek mérése a berendezésen kívül és belül történik.

3. ábra: Meteorológiai állomás

A külső környezet értékekei az üvegház fölött elhelyezett meteorológiai állomásról származnak. Nagyon fontos, hogy a felszerelés szabályos legyen (függőleges oszlopon, legalább öt méterrel a ház fölött), ne legyen koszos, semmi ne vetítsen rá árnyékot mert akkor hibás mérés keletkezik. A meteorológiai állomás tartalmazza a fénymérőt, szélsebesség- és szélirány mérőt, hőmérőt és az esőérzékelőt. A félgömb alakú fénymérő szenzor a besugárzás erősségét W/m^2 egységben méri, a bejövő energiát pedig típusától függően J/cm^2 vagy Wh/m^2 mértékegységben. A szélirány és szélsebesség mérései a szellőzőrendszer szabályozásának alapjául szolgálnak: erős szél esetén, a vezérlőegység csukja le az ablakokat, a szélirány ismerete pedig lehetőséget ad a szeles, illetve a szélcsendes nyílók működtetésére. Ritkán felszerelésre kerülhet digitális alapú külső páratartalom mérő is.

A mért adatok, vezetéken keresztül jutnak el a klímakomputer szoftveréhez.

Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu

4.ábra: Hőmérséklet és CO2 szenzor

A berendezésen belül több szenzor kerül kihelyezésre. A hőmérséklet és páratartalom mérési pontja egy fém- vagy műanyag mérődobozban van, amelynek elhelyezése követi a növények növekedését. A mérőegység tartalma: ventilátor és két hőmérő, amelyből az egyik száraz, a másik vízzel nedvesített. A ventilátor erőteljesen forgatja a levegőt, így a száraz mérőműszer mutatja azt, hogy milyen hőmérséklet van a berendezésben, a másik vizes hőmérőt pedig a víz elpárolgása hűti, ezáltal alacsonyabb értéket mutat. A kétféle (száraz és nedves) mért hőmérséklet különbségéből a klímakomputer kiszámolja, hogy milyen a relatív páratartalom a házban. (Példa: +30°C száraz hőmérő által mért értéknél és 50% relatív páratartalom esetén a nedves hőmérő kielégítő légáramlás mellett +22°C-ra hűl le). A mérődoboz vezetékkel csatlakozik a fő számítógéphez.

A szén-dioxid szint megállapításához az üvegházban lévő levegőből egy vékony csőrendszeren keresztül rendszeresen mintát vesznek, melynek elemzése után az eredmény digitális formában jut el a klímakomputerhez. Mindegyik szenzor rendszeres karbantartást igényel, amelynek hiányában a mérések hibásak lehetnek.

A termesztő berendezésben több olyan felszereléshez tartozó eszköz van, amelynek működése befolyásolja a házban lévő körülményeket. Ide tartozik az ablak és az energiaernyő, melyek érzékelése a végállás kapcsoló segítségével történik. A szellőzőknél a számítógép a százalékos nyitási értéket, arányoson számolja ki a zárt és teljesen nyitott állapot között, az energiaernyő helyzetét pedig, annak tekerésének fordulatszámából. A mesterséges megvilágítás, a párásítás üzemmódja a be-ki állapotot rögzíti.

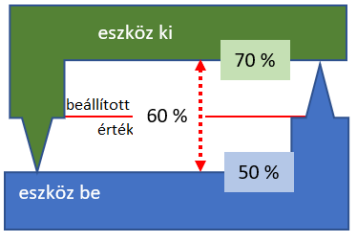
Klímakomputer

A klímakomputer egy dinamikus folyamatokat irányító számítógép, amely feldolgozza a bejövő adatokat, és annak függvényében vezérli a fűtést, szellőztetést, tápanyagellátást és más beprogramozott funkciókat. A kívánt értékek beállítása, képernyővel és billentyűzettel felszerelt személyi számítógép segítségével történik. Az első beállításkor szükséges megadni az általános adatokat, amelyek kapcsolódnak a földrajzi elhelyezkedéshez, a berendezés adataihoz és az időzónához. Ezeket a beszerelést végző cég rögzíti, a későbbiekben nincs szükség a változtatásukra.

Az első klímát szabályozó automatikák egyszerűen, fokozat nélkül, pillanatnyi mérés alapján működtek. Ez káros volt a növényekre, mert a klimatikus viszonyok a berendezésben szélsőséges értékek között mozogtak, és a növények állandóan stresszhatás alatt voltak. Azonkívül ez nagy igénybevételt jelentett a berendezés mechanikai szerkezeteire is. A gyakori ki-be kapcsolás, az anyagok idő előtti elhasználódásához vezetett. Ez a kedvezőtlen hatás megelőzhető, ha a ki- bekapcsolási funkció *késleltetési rendszer alapján* történik, vagyis a berendezés állapotát csak több percnyi működés után lehet újra változtatni.

Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu

A fűtés és párásítási funkcióban gyakran *holtsáv szerinti irányítást* alkalmaznak. Ennek lényege, hogy megadjuk a beállítási értéket és a holtsávot, ahol nem történik ki-be kapcsolás. Egyes tényezők, mint pl. a fény, szélerősség és szélirány gyorsan változhatnak, így, ha ezekre a klímakomputer azonnal reagálna, akkor nem bírná követni az össze-vissza értékeket. Ez esetben az a megoldás, hogy a mérések percenként történnek, de a gép 5-100 mérés átlagát veszi figyelembe, és az *átlagmérések alapján* következik be a vezérlés.



5. ábra: A holtsáv beállítás párásító rendszernél

A növényeknek a nap eltérő szakaszaiban különböző igényeik vannak, ezért a gépek többsége a napot több szakaszra képes felosztani, mindegyik szakaszhoz más-más értékek rendelhetők, van amelyiknél még a változási sebesség is irányítható. A klímakomputerek elektronikus úton vezérlőjeleket küldenek az egyes egységekbe a klíma optimalizálása érdekében. Amennyiben a beállított értékek végrehajtása lehetetlen, akkor a programba beépített riasztási funkciók azonnal jelzik az eseteket. Ez lehet műszaki hiba következménye vagy szélsőséges időjárási viszonyok eredménye. Leggyakoribb riasztási funkciók: hőmérséklet, páratartalom, fűtési rendszer, öntözés, szén-dioxid szint, illetve áramellátásból származó jelhiány. Nagyon hasznos, hogy az összes mért adat, folyamat, riasztás nemcsak a gazdaságban lévő monitoron látható, de elérhető mobil eszközökön is. Ez - probléma esetén - lehetőséget ad a gyorsabb reakcióra, szükség szerint a beállítások megváltoztatására és korrekciókra.

A klímakomputer programja lehetőséget ad nem csak a mért paraméterek leolvasására, de azok grafikus ábrázolására, illetve táblázatokban történő megjelenítésére is. Minél fejlettebb a program, annál szélesebb skálában rögzíthetők és csoportosíthatók az adatok. A grafikonos ábrázolás könnyen átlátható, megkönnyíti a kertészek munkáját, és lehetőséget ad a beállított és végrehajtott értékek közötti gyors összehasonlításra. A grafikonok és táblázatok nyomtathatók, és idő szerint menthetők a tárolására alkalmas merevlemezre.

6. ábra: Klímakomputer grafikonos ábrázolása

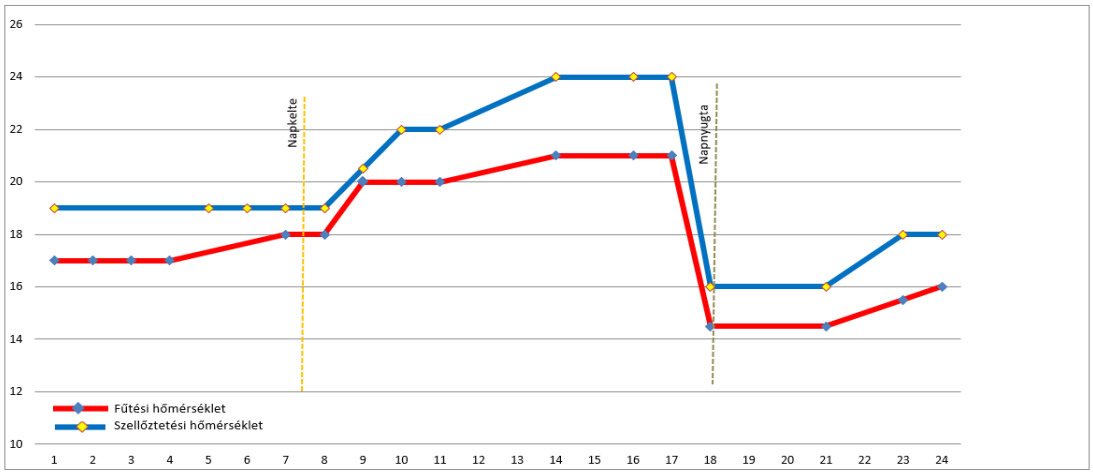
Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu

Vezérlőjelek

A számítógép 15-60 másodpercenként számítja ki a megfelelő beállításokat, ennek alapján kimeneti jeleket állít elő, és elektronikus úton továbbítja azokat az eszközhöz. Amennyiben a kiszámolt- és mérési adat között a különbség a határokon kívül esik, a gép megváltoztatja az eszköz állapotát, pl. szellőzők esetén jobban nyit vagy zár. Ellenkező esetben, ha a számok közelítenek egymáshoz, akkor nem történik változtatás, a mérési és számolási folyamat folytatódik.

A klíma és berendezés szabályozása

A berendezések hőmérséklet szabályozása fűtéssel, illetve szellőztetéssel valósítható meg. Fűtéssel biztosítjuk a kívánt minimum hőmérsékletet, szabályozva ezzel a hőenergia mennyiséget, amelyet bevezetünk a házba. Szellőztetéssel változtatjuk a kinti-benti levegőcsere sebességét, amely főleg a hőmérsékletre és párartalomra van hatással. A beállításokban a fűtési és szellőztetési hőmérsékletek között 0,5 - 4 ^{o}C holtsávot hagyunk takarékossági szempontok és a szabályozási folyamatok miatt. Alapvetően a fűtési hőmérséklet a szellőztetésnél alacsonyabb értékre van beállítva, és a kettő közötti különbség kisebb, amikor a cél a növény aktiválása és a páratartalom csökkentése. Ez rendszerint a kora reggeli időben van, amikor egy időben fűtünk és szellőztetünk. A holtsáv nagyobb éjszaka vagy nap közben, amikor magasabb párát szeretnénk tartani a házban.



7. ábra: Példa az üvegház hőmérsékletének beállítására

A termesztőberendezés klímája leghatékonyabban *szellőztetéssel* irányítható. Modern berendezésekben a szellőző nyílások a vápa mindkét oldalán vannak. A pillanatnyi szélirántól függően a nyílások egy része széloldali és szélárnyékoldali. A széloldali ablakok nyitásával gyorsabb a levegőcsere, és nagyobb páratartalom vesztés keletkezik. E miatt elsődlegesen a szélárnyékoldali oldal kerül nyitásra, másik oldal később nyit. A szellőztetők nyitását a számítógép felülírhatja a *biztonsági szempontok* szerint, pl.: erős szél, eső esetén az ablakok becsuknak, mínuszos külső hőmérséklet mellett pedig nem nyílnak.

Kiegyensúlyozott és stabil klímaszabályozás csak akkor biztosítható, ha a pára és hő változtatása optimális sebességgel történik. A szellőzők nyitási sebességét a *P-sáv (proportional band)* beállítással szabályozható. Értéke meghatározza a hőmérsékletek közötti

Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu

különbséget, amelynél a szellőzőnyílások kezdenek nyitni, illetve befejezik a nyitást. Amennyiben a beállított szellőztetési hőmérséklet 20 °C, és a P-sávnak értéke 4, ez azt jelenti, hogy 20 °C hőmérsékletnél indul a szellőzés, teljes nyitása pedig 20+4 vagyis 24 °C -nál lesz. Télen, amikor a külső körülmények és belső klíma között nagy a különbség ablak nyitásakor nagyon gyors változás következhet. E miatt óvatoson kell változtatni a szellőzők pozíciót, és nagy P-bend értékkel dolgozni (kis lépésekkel, lassú a nyitási folyamat). Magas külső hőmérsékletnél alacsony P-sáv segít gyorsan csökkenteni az üvegház hatás következtében fellépő túlmelegedést.

Amennyiben az üvegház hőmérséklete a beállított fűtési hőmérséklet alá esik, akkor a *fűtési rendszer* bekapcsol, és megnöveli a víz hőmérsékletét a fűtőcsövekben. A berendezésben több *fűtési kör* van, amelyek *működésének arányát, illetve minimális és maximális hőmérsékletét* a beállításokban szükséges meghatározni. A hőleadás annál gyorsabb, minél nagyobb a hőmérséklet különbség a keringő víz és a belső hőmérséklet között. Szabályozhatóság szempontjából legjobb az alsó vegetációs rendszer, mert széles skálában működhet. A magas hőmérséklet a növényközötti felső vegetációs csőben, sérüléseket okozhat a növényekben. A kívánt csőhőmérsékleteket a számítógép *hármas keverőszelep* segítségével állítja be. A csövekben keringő víz leadja a hőt, nő a hőmérséklet a berendezésben. Az év bizonyos időszakaiban nem szükséges fűteni, mégis más tényezők miatt (alacsony besugárzás, magas páratartalom) beállítjuk a minimális csőhőmérsékletet a növények aktiválása-, illetve fejlődés irányítása érdekében. Fűtésnél nagyon fontos a megfelelő energiagazdálkodása és folyamatos *monitorozása a melegvíz készletnek.*

A fűtésre használt energia, *energiaernyők* alkalmazásával csökkenthető. Behúzott állapotban csökken az üvegház térfogata és a meleg kisugárzása a házból, emelkedik a hőmérséklet és a páratartalom.

8. ábra: Energiaernyő

A korlátozott levegőmozgás miatt kedvezőtlen klíma alakulhat ki a házban, ezért javasolt a fokozatos zárása és nyitása. A túlzott páratartalom növekedés, rés meghagyásával megakadályozható. Az energiaernyő növeli a hőmérséklet különbségeket a házon belül, ezért zárt állapotban szükséges működtetni a *ventilátorokat.* Nyáron nagy besugárzás esetén, amikor a ház hőmérséklete magasabb az optimálisnál, a klímakomputer behúzza az *árnyékolóernyőt* vagy indítja a *párásító rendszert.* Mindkét esetben jelentkezhet kedvezőtlen hatású magas páratartalom. A növények optimális növekedéséhez szükséges *szén-dioxid* szint, a besugárzástól és hőmérséklettől függ. Adagolását befolyásolja még, hogy hány százalékban vannak nyitva a szellőzők, és milyen a szélsebesség. A *páratartalom változtatása* a szellőzési stratégia megváltoztatásával és ventilátorok működtetésével lehetséges. Legegyenletesebb a ház klímája, amennyiben a ház fel van szerelve a csatorna alatti *speciális tömlőkkel*, amelyekben kering a levegő. Amennyiben a keringési körbe be van építve páratartalom szabályozó *air & energy* rendszer lényeges energia megtakarítás megvalósítható. A dupla falú fóliáknál, ahol a két réteg között levegő van, a klímakomputer a nyomásérzékelő adatai alapján *szabályozza a nyomást* a borító leplek között.

9. ábra: Air & energy rendszer külső páramentesítő

Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu

A fejlett klímakomputerek képesek sok más folyamatot is felügyelni, amennyiben megfelelő adatgyűjtés történik, és a végrehajtáshoz megfelelő a berendezés felszereltsége.

Ajánlott olvasmányok

Terbe I., Slezak K.:Talajnélküli zöldséghajtatás (2019)

Timmerman G.J.,Kamp P.G.H: Computerised Environmental Control in Greenhouse (2003)

Források

Timmerman G.J.,Kamp P.G.H: Computerised Environmental Control in Greenhouse (2003)

Terbe I., Slezak K.:Talajnélküli zöldséghajtatás (2019)

Krzesinski W. :Narzedzia wspomagajace programowanie (Haslo ogrodnicze 4/2005)

Kurpaska S.: Sterowanie klimatem w obiektach pod oslonami (Haslo ogrodnicze 7/2013)

Ellenőrző kérdések

Mivel lehet legegyszerűbben szabályozni a berendezés klímáját?
Milyen tényezőknek van lenagyabb hatása a növények növekedésére?
Hogyan állítjuk be a P-sáv értéket?

Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu

Európai Unió
Európai Szociális Alap
MAGYARORSZÁG KORMÁNYA
BEFEKTETÉS A JÖVŐBE