

SZENT ISTVÁN EGYETEM

**SZABADFÖLDI PAPRIKATERMESZTÉS
TECHNOLÓGIÁJÁNAK FEJLESZTÉSE**

Doktori (PhD.) értekezés tézisei

Horel Judit

GÖDÖLLŐ

2006.

A Doktori Iskola

megnevezése: Növénytudományi doktori iskola

tudományága: 4.1. Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Dr. Virányi Ferenc

Egyetemi tanár, MTA doktora

SZIE, Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar,

Növényvédelemtani Tanszék

Témavezető: Dr. Dimény Judit

Egyetemi tanár, tanszékvezető

SZIE, Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar,

Kertészeti Technológiai Tanszék

.....

Az iskolavezető jóváhagyása

.....

A témavezető jóváhagyása

1. A munka előzményei, a kitűzött célok

Magyarországon ma a korábbi évekhez képest jóval kisebb területen termesztnek szabadföldön paprikát, ezzel szemben a hajtított felületek aránya egyre növekszik. A hajtítás fölénye az elérhető nagyobb termésmennyiséggel, a jobb termésminőséggel és főként a magasabb jövedelmezőséggel magyarázható, a szabadföldi területek csökkenésének fő oka pedig az egyre inkább elavuló szabadföldi technológiában keresendő. Ahhoz, hogy hazánkban a szabadföldi paprikatermesztés újra versenyképesse váljon, növelni kell a termesztés biztonságát, az elérhető termésátlagot és a termés minőségét.

Ezt azonban a hagyományos technológiával nem lehet megoldani, ezért intenzív technológiai elemek alkalmazására van szükség, melyek segítségével szabadföldön is az eddigieknél hosszabb tenyészidő, kisebb fertőzésveszély és biztonságosabb termesztés érhető el. A szabadföldi paprikatermesztés jelenleg intenzívnek számító főbb elemei: a hibrid növények, a jó minőségű tálcás palánták, a műanyag fóliával takart bakhátak, a kisalagutas takarás, a csepegtető öntözőberendezés, a tápoldatozás és a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák alkalmazása.

Kísérleteimben a szabadföldi paprikatermesztés intenzív technológiai elemei közül a műanyag fóliás talajtakarás és a bakhát, valamint a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatását vizsgáltam. A talajtakaró fóliák felhasználása számos előnnyel jár, javítják a talaj víz-, hő-, és tápanyaggazdálkodását. További előny a termésmennyiség növekedése, a minőség javulása, a korábbi érés, a kisebb mértékű talajtömörödés és a gyomelnyomó hatás. Mivel a fólia színe meghatározza annak optikai tulajdonságait (visszaverőképesség, elnyelőképesség, áteresztőképesség), ezért az eltérő színű fóliák különböző mértékben melegítik fel a talajt.

A fóliával takart bakhátak különösen ott van jelentősége, ahol hosszú tenyészidejű, melegigényes növényeket termesztnek rövid termesztési időszakokkal rendelkező területen, így — mivel Magyarország a paprikatermesztés északi határán fekszik — itt is döntő jelentősége lehet ennek a technológiai elemnek.

A csepegtető öntözőrendszeren keresztül megvalósított tápoldatozás nagy előrelépést jelent a szabadföldi termesztésben, hiszen a hagyományos tápanyagutánpótlási módszer számos hátránya kiküszöbölhető segítségével. Egy másik intenzív szabadföldi zöldségtermesztésben alkalmazható tápanyagutánpótlási módszer a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák használata. E műtrágyák egyik legfőbb előnye, hogy fokozatosan táródnak fel, így sóérzékeny növények esetében is egyszerre, egy adagban ki lehet adni az egész tenyészidőszakra szükséges összes tápanyagmennyiséget, akár víz kiadása nélkül is. E módszer fő hátránya a nagyobb műtrágyaköltség mellett a rugalmatlanság. Felmerülhet a gondolat, hogy e két módszer — a tápoldatozás és a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák — együttes használatával nagyrészt kiküszöbölhetőek a hátrányok, és egyesíthetőek az előnyök.

Célkitűzések

A fentiekkel összefüggésben kísérleteim célkitűzése egyrészt az volt, hogy a magyarországi ökológiai körülmények között meghatározzam, hogy a bakhát és a fekete, valamint a különböző színű talajtakaró fóliák milyen hatással vannak a talaj hőmérsékletére, valamint egy paradicsomalakú és egy kápia fajtatípusba tartozó paprika termésmennyiségére, növekedésére, virágzására, továbbá annak meghatározása, hogy melyik az a fóliatípus, amely legjobban megfelel a mi viszonyaink mellett a paprika számára.

Kísérleteim célkitűzése másrészt az volt, hogy a szabadföldi intenzív paprikatermesztésben megvizsgáljam a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák felhasználhatóságát, és összehasonlítsam azt a tápoldatozással, illetve e két alapmódszert kombinálva alkalmazó kezeléssel.

2. Anyag és módszer

A kísérletek helyszínéül mindhárom évben (2001, 2002, 2003) a Gödöllői Agrár Központ Kht. Kertészeti Tanüzeme szolgált, Gödöllőn. A kísérleteket homokos vályog, a nemzetközi FAO besorolás szerint Cambisol típusú talajon végeztük.

Az elvégzett kísérletek három csoportba sorolhatók:

1. Bakhátas és sík termesztési mód hatásának vizsgálata fekete talajtakarással kombinálva
2. A fóliaszín hatásának vizsgálata bakhát takarása esetén
3. Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatásának vizsgálata

2.1. Bakhátas és sík termesztési mód hatásának vizsgálata fekete talajtakarással kombinálva

A bakhátas és sík termesztési mód hatását vizsgáló kísérletek első két évében (2001, 2002) a paradicsom alakú Pritavit F₁ és a kápia-típusú Kárpia F₁, míg a harmadik évben (2003) csak egy hibrid, a Pritavit F₁ szerepelt a kísérletben. Azért ebből a két fajtatípusból választottam, mert ezek várhatóan továbbra is megmaradnak a szabadföldi termesztésben, és mivel biológiai érettségben takarítjuk be őket, esetükben különösen fontos lehet a talaj hőmérsékletének növelése által a tenyészidőszak meghosszabbítása.

A kezelések mindhárom évben a következők voltak:

1. fekete fóliával takart bakhátas termesztési mód,
2. takaratlan bakhátas termesztési mód,
3. fekete fóliával takart sík termesztési mód,
4. takaratlan sík termesztési mód (kontroll kezelés).

A takarásra 0,12 mm vastag fekete polietilén (PE) fóliát használtam. A bakhátak magassága 25 cm, koronaszélessége 50 cm volt. A bakhátakat észak-déli irányban alakítottam ki.

Minden kezelésből négy ismétlést állítottam be. Egy parcellában 40 darab növény volt. A növényeket ikersoros elrendezésben ültettem ki, térállásuk sík és bakhátas termesztés esetén egyaránt (110+30)×25 cm volt. A kiültetésre mindhárom évben május 3. hetében került sor.

A kísérletek során intenzív technológiai elemeket alkalmaztam: 4x4 cm-es tálcás palánta, csepegtető öntözés, tápoldatozás. Az öntözések és tápoldatozások időpontját 15 cm mélyre helyezett tenziométeres mérések alapján határoztam meg.

2.2. Különböző színű talajtakaró fóliák hatásának vizsgálata

A kísérletek 2 évig folytak (2002-2003), mindkét évben a kápia-típusba tartozó Kárpia F₁ szerepelt. A kezeléseket különböző színű polietilén fóliák és a takaratlan kontroll kezelés képezték.

A kezelések 2002-ben:

1. világoszöld
2. lila
3. sötétzöld
4. piros
5. fekete
6. takaratlan kontroll

A kezelések 2003-ban:

1. áttetsző
2. lila
3. sötétzöld
4. piros
5. fekete
6. takaratlan kontroll

A bakhátak kialakítása, a kísérlet beállítása és a termesztéstechnológia az előző kísérletcsoportnál leírtakkal megegyezik.

2.3. Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatásának vizsgálata

A kísérlet mindhárom évében (2001-2003) a paradicsom alakú Pritavit F₁ szerepelt.

A kezeléseket különböző tápanyagutánpótlási módszerek alkották. Mindhárom évben 3 kezelés volt, négy ismétlésben. A kezelések közötti különbséget az adta, hogy a kiadott tápanyagok mennyiségének hány százaléka volt – a N mennyiségére vonatkoztatva – szabályozott tápanyagleadású műtrágya (későbbiekben: SZTM).

Az első kezelés esetében a tápanyagok teljes mennyiségét tápoldatozással juttattuk ki (0% SZTM), a második kezelés esetében a tápanyagok felét tápoldatozással, másik felét pedig SZTM formájában adtuk ki (50% SZTM), a harmadik kezelés esetében pedig a tápanyagmennyiség 90%-át SZTM formájában juttattuk ki, míg a fennmaradó 10%-ot – mivel az SZTM nem tartalmaz Ca-ot – a kalcium-nitrát formájában történő Ca-kijuttatásra tartottuk fenn.

A tenyészidő folyamán 2001-ben és 2002-ben 30 g N hatóanyag/m²-nek megfelelő tápanyagmennyiséget juttattunk ki minden kezelésnek. Mivel azonban ebben a két évben nem adódott szignifikáns különbség a kezeléseik között, a N mennyiségét 2003-ban 20 g N hatóanyag/m²-re csökkentettük, hátha luxus tápanyag-ellátottság miatt nem volt különbség.

A termesztést csepegtető öntözéssel ellátott fekete műanyag fóliával takart bakháton végeztük. Minden parcellában 20 db növény volt. A tápoldatozások a 0% SZTM kezelésnél előre meghatározott terv szerint történtek, tehát akkor is kijuttattuk a tápanyagot, ha a növényeknek vízre nem lett volna szükségük, az SZTM-es kezeléseknél viszont ha túl sok eső esett, nem tápoldatoztunk. A termesztéstechnológia megegyezik az első kísérletcsoportnál leírtakkal.

2.4. Mérések, megfigyelések

A talajhőmérséklet mérése

A bakhát és a fekete talajtakarás hatását (2001-2003), valamint a különböző színű talajtakaró fóliák hatását vizsgáló (2002-2003) kísérletekben az egész tenyészidőszak folyamán figyelemmel kísértem, hogy a különböző kezeléseik milyen hatással voltak a talaj hőmérsékletének alakulására. Thermo Recorder TR-71S (T and D Corporation, Japán) és Tinytag Plus (Gemini Data Loggers Ltd., Anglia) típusú adatrögzítő hőmérőkkel végeztem a mérést. Az adatrögzítők 10 cm mélyen a bakhát nyugati oldalán lévő növénytörzs alatt voltak elhelyezve, és óránként rögzítették a talaj hőmérsékletét. 2001-ben a hőmérők kis száma miatt 1 ismétlésben, 2002-ben és 2003-ban már 4 ismétlésben mértem.

Vegetatív jellemzők mérése

Mindhárom kísérlet típus esetében a növekedés jellemzése céljából nyomon követtem a különböző kezeléseik hatására a szárátmérőben és a növény magasságban bekövetkező változásokat. A szárátmérőt digitális tolómérővel mértem század mm pontossággal, a sziklevél felett 1 cm-rel. A magasságot mérőrúd segítségével mértem cm pontossággal, a talaj szintjétől a növény legmagasabb pontjáig.

A virágzás időpontjának felvételezése

Mindhárom kísérlet típus esetében a generatív fejlődés jellemzése céljából a 2002-es és 2003-as évben az összes parcellában, minden növénynél feljegyeztem az első virág kinyílásának időpontját, melyből bizonyos mértékig következtetni lehet a koraiságra.

Termésmennyiség- és minőség

A szedések során a betakarított termést fajtánként minőségi kategóriákba soroltam (extra, I. osztály, II. osztály, III. osztály, nem piacképes). Egyenként lemértem az egyes kategóriák tömegét, és megszámláltam az oda tartozó bogyókat, majd meghatároztam a bogyóátlagtömeget, mint a gyakorlat szempontjából egyik legfontosabb minőségi tulajdonságot.

Az eredmények feldolgozása során az első 2 kísérletcsoportban külön értékeltem a korai termésmennyiséget és a teljes termésmennyiséget. Korainak az augusztus 1. és 31. között betakarított termést tekintettem.

Statisztikai értékelés

Az adatok statisztikai értékelését Microsoft Windows Excel szoftver adatelemzés moduljának segítségével végeztem el. Annak meghatározására, hogy a kezelések között van-e statisztikailag is igazolható, szignifikáns különbség, az egytényezős varianciaanalízist használtam, valamint meghatároztam a szignifikáns differencia értékeket 95%-os biztonsággal.

Az átlagos talajhőmérséklet és a termésátlag, valamint az optimális talajhőmérsékleti értékek aránya és a termésátlag közötti összefüggés jellegét regresszió-analízissel, az összefüggések szorosságát korreláció-analízissel határoztam meg.

3. Eredmények

3.1. Bakhátas és sík termesztési mód hatásának vizsgálata fekete talajtakarással kombinálva

Talajhőmérséklet

Minden kezelés esetében meghatároztam a tenyészidőszak átlagos talajhőmérsékletét (1. táblázat). Mindhárom évben a fekete fóliával takart bakhát esetén melegedett fel legjobban a talaj, ezt követte a takart sík kezelés. A takarás nélküli bakhát nem okozott számottevő talajfelmelegedést a kontroll kezeléshez viszonyítva. A három év átlagában a bakhát takarás nélkül 0,2°C-kal, a sík talaj takarva 0,8°C-kal, a bakhát takarással kombinálva pedig 2,1°C-kal növelte a talaj hőmérsékletét a kontroll kezeléshez képest.

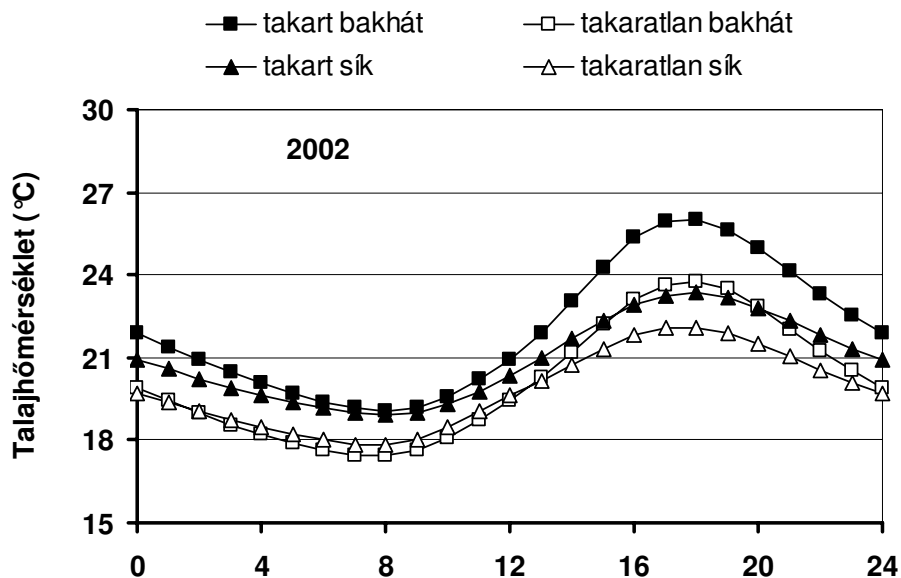
1. táblázat: Bakhát és talajtakarás hatása a talaj 10 cm mélységben mért hőmérsékletére a tenyészidőszak átlagában (Gödöllő, 2001-2003)

	Átlagos talajhőmérséklet °C			A három év átlaga °C
	2001	2002	2003	
Takart bakhát	21,9	22,1	23,1	22,4
Takaratlan bakhát	19,8	20,1	21,5	20,5
Takart sík	20,3	20,9	22,1	21,1
Takaratlan sík (kontroll)	19,9	19,8	21,1	20,3
SZD5%	-	0,4	0,4	-

Az óránkénti adatok alapján meghatároztam, hogy a talajhőmérséklet a tenyészidőszak hány százalékában esett a paprika számára optimális tartományba az egyes kezelések esetében. Irodalmi adatok alapján a 20-30°C közé eső értékeket tekintettem optimálisnak.

A paprika számára optimális értékek aránya az első két évben hasonlóan alakult, a két takart kezelés esetén volt a legnagyobb (52-62%). 2003-ban ezzel szemben a takaratlan sík kezeléssel is hasonlóan magas érték adódott (64%), mint a két takart kezelés esetén (63-68%), mely a melegebb évjárattal magyarázható. Az optimum alatti értékek aránya mindhárom évben takarás nélkül volt a legnagyobb (34-50%), a legtöbb optimum feletti értéket pedig bakhát takarásával kaptuk (7-10%).

A teljes tenyészidőszak adatai alapján meghatároztam a talajhőmérséklet napi menetét, a 2002-es év eredményeit az 1. ábra tartalmazza. Elsősorban napközben alakult ki számottevő különbség az egyes kezelések között. Bakhátat alkalmazva – a nagyobb felületből adódóan – napközben jobban felmelegedett a talaj, mint a sík kezelések esetében. Az éjszaka folyamán viszont a bakhátas kezelések veszítettek több hőenergiát. A fekete fóliával takart kezelések éjszaka nagyobb talajhőmérsékletet tudtak biztosítani, mint a takarás nélküliek, mivel a PE fólia megakadályozta a talajból kifelé áramló hosszuhullámú sugárzás légkörbe jutását.



1. ábra: Bakhát és talajtakarás hatása a talaj hőmérsékletének napi menetére a tenyészidőszak átlagában 10 cm-es mélységben. Az egyes szimbólumok a tenyészidőszak talajhőmérsékletének óránkénti átlagát szemléltetik (Gödöllő, 2002).

Annak érdekében, hogy jobban lehessen értékelni a talajhőmérséklet alakulását a tenyészidőszak folyamán, meghatároztam a heti átlagokat. A tenyészidőszak kezdetén, amikor a növények még nem takarták jelentős mértékben a fóliákat, a talaj nagyobb mértékben felmelegedett a léghőmérséklethez viszonyítva, mint a tenyészidőszak későbbi szakaszában, amikor a növények már nagy mértékben beárnyékolják a fóliákat. A heti átlagok alapján 2001-ben a legmagasabb talajhőmérséklet a kiültetés utáni 8., 9. és 11. héten alakult ki. 2002-ben a kiültetés utáni 5. és 6. héten melegedett fel legjobban a talaj, 2003-ban pedig a kiültetés utáni 3. és 4. héten volt legmelegebb a talaj. Az évek közötti különbség az eltérő időjárási viszonyokkal magyarázható.

Termésmennyiség

A Pritavit F₁ esetében 2001-ben 3,32-3,82 kg/m² között alakult a termésátlag, ami a kedvezőtlen környezeti tényezőkkel magyarázható, míg a másik két évben 4,15-5,87 kg/m² közötti termésátlagok születtek. 2001-ben a termésátlagban nem adódott szignifikáns különbség a kezelések között. A legtöbb termést bakhát takarásával kaptam, 13%-kal többet, mint takaratlan sík kezelés esetén. 2002-ben mindkét takart kezelés szignifikánsan többet termelt a két takaratlan kezelésnél. 2003-ban más tendenciát kaptam az első két évhez képest. A takart sík kezelés négyzetméterenként több mint 1kg-mal többet termelt, mint a takart bakhátas kezelés, amely a két takaratlan kezeléshez hasonló termést ért el. A takart bakhát által elért kisebb termés egyik lehetséges magyarázata az, hogy a talaj már túlzott mértékben felmelegedett a takarás hatására.

A Kárpia F₁ esetében 2001-ben 3,16-3,92 kg/m² közötti terméseredményeket kaptunk, míg 2002-ben 4,43-5,35 kg/m² között alakult a termésátlag. 2001-ben a takart bakhátas kezelés a másik három kezelésnél szignifikánsan nagyobb termésátlagot ért el. 2002-ben bakhát takarásával szintén az összes többi kezelésnél szignifikánsan több termést kaptam, a takart sík kezelés növényei pedig csak a takarás nélküli bakhát növényeinél értek el szignifikánsan több termést.

A három év és a két hibrid eredményeit összevetve megállapítható, hogy azok a kezelések értek el nagyobb termésátlagot, melyek a tenyészidőszak nagy részében optimális talajhőmérsékletet biztosítottak a paprika számára.

3.2. Különböző színű talajtakaró fóliák hatásának vizsgálata

Talajhőmérséklet

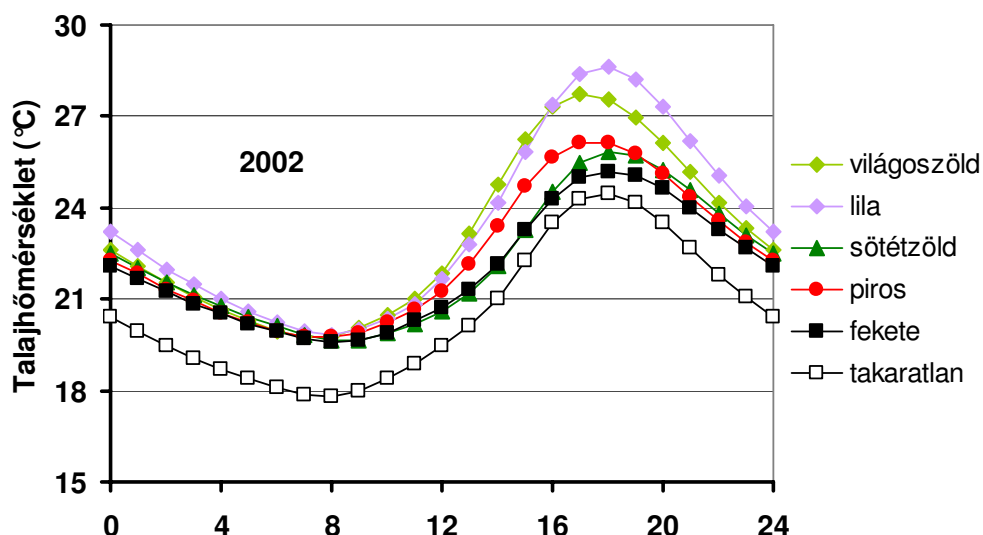
A 2002-es és 2003-as tenyészidőszakok átlagos talajhőmérsékletét a 2. táblázat tartalmazza. Az adatokból jól látható, hogy mindkét évben az összes talajtakaró fólia szignifikánsan növelte a talaj hőmérsékletét a takaratlan kezeléshez viszonyítva. A fólia színe meghatározta a talaj felmelegedésének mértékét. A világos színű fóliák (áttetsző, világoszöld, lila) magasabb talajhőmérsékletet eredményeztek, a sötét színű fóliák (fekete, sötétzöld, piros) kisebb mértékben melegítették fel a talajt, mint a világos színűek. A két év átlagában a sötét színű fóliák 1,3°C-kal, a világos színűek pedig 2,3°C-kal növelték a talaj hőmérsékletét a kontrollhoz képest.

2. táblázat: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása a talaj 10 cm mélységben mért hőmérsékletére a tenyészidőszak átlagában (Gödöllő, 2002-2003)

	Átlagos talajhőmérséklet (°C)	
	2002	2003
áttetsző	-	24,3
világoszöld	22,6	-
lila	22,9	24,0
sötétzöld	21,8	23,5
piros	22,0	23,1
fekete	21,5	22,8
takaratlan kontroll	20,1	21,4
SZD5%	0,5	0,6

Ebben az esetben is meghatároztam, hogy a talajhőmérséklet a tenyészidőszak hány százalékában esett a paprika számára optimális tartományba az egyes kezeléseknél. 2002-ben és 2003-ban is a sötét színű fóliák (sötétzöld, piros, fekete) esetében volt legmagasabb a paprika számára optimális hőmérsékleti értékek aránya (60-68%). A legtöbb optimum alatti értéket (36-47%) mindkét évben takaratlan kezeléssel, a legtöbb optimum feletti értéket pedig (12-17%) a világos színű (áttetsző, lila, világoszöld) fóliákkal kaptuk.

A talaj hőmérsékletének 2002. évi napi menetét szemléltető 2. ábráról leolvasható, hogy a takarás nélküli talaj az éjszaka folyamán jobban lehűlt és napközben kevésbé melegedett fel, mint a fóliával takart kezelések. A takart kezelések között számottevő különbség nappal alakult ki, az éjszaka folyamán történő lehűlést a fólia színe nem befolyásolta.



2. ábra: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása a talaj hőmérsékletének napi menetére a tenyészidőszak átlagában. Az egyes szimbólumok a tenyészidőszak talajhőmérsékletének óránkénti átlagát szemléltetik (Gödöllő, 2002)

A heti átlagos talajhőmérsékletek alapján 2002-ben a kiültetés utáni 5-6. héten, míg 2003-ban a kiültetés utáni 3-4. héten emelkedett legmagasabbra a talajhőmérséklet. A növények árnyékoló hatásával kapcsolatban ugyanaz a tendencia jelentkezett, mint a bakhát és fekete talajtakarás hatását vizsgáló kísérletekben.

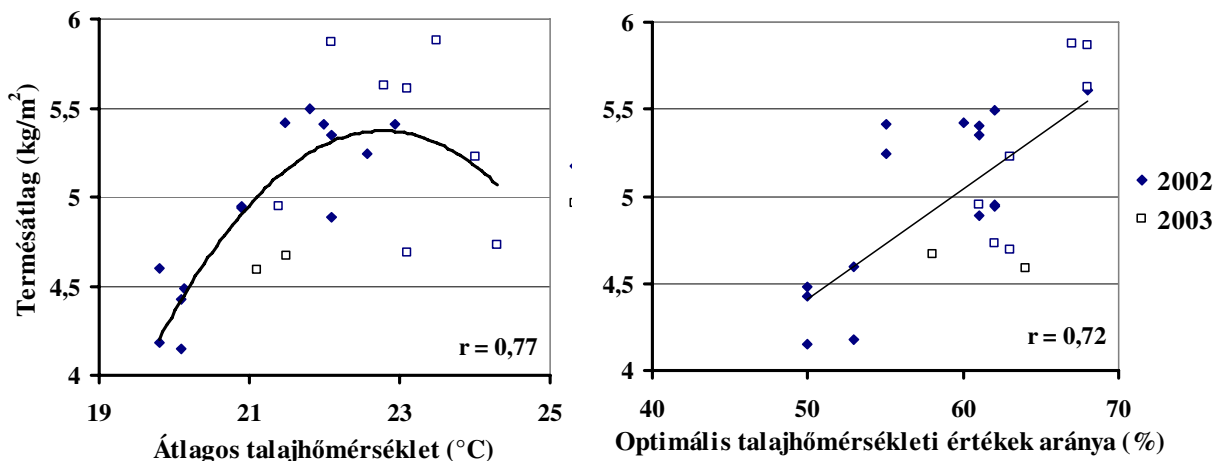
Termésmennyiség

2002-ben a takart kezelések szignifikánsan nagyobb termésátlagot eredményeztek, mint a takaratlan kezelés, az egyes takart kezelések közötti különbség elhanyagolható volt. 2003-ban eltérő tendencia adódott. A sötét színű fóliák termésátlaga ebben az évben is szignifikánsan nagyobb lett a takaratlan kontroll kezeléshez viszonyítva. Az áttetsző fólia eredményezte a legalacsonyabb termésátlagot, és a lila fóliával takart kezelés is kevesebbet termelt, mint a sötét színű fóliával takartak.

A két évben tapasztalt különböző tendencia az eltérő időjárási viszonyokkal, ebből adódóan az eltérő talajhőmérsékletekkel magyarázható. 2003-ban a valószínűleg már túl magas talajhőmérséklet a világos színű, főként az áttetsző fólia esetében gyengébb vegetatív növekedést eredményezett, a gyengébb kezdeti fejlődés pedig kisebb termésátlaghoz vezetett.

3.3. Összefüggésvizsgálat a talajhőmérséklet és a termésátlag, valamint az optimális hőmérsékleti értékek és a termésátlag között

A két kísérlettípust együttesen vizsgálva az eredmények alapján megállapítható, hogy az átlagos talajhőmérséklet és a termésátlag közötti összefüggés nem lineáris, hanem másodfokú polinomiális összefüggéssel írható le. A paprika számára optimális talajhőmérsékleti értékek aránya és a termésátlag közötti összefüggés viszont lineáris (3. ábra). A másodfokú egyenletből meghatároztam az optimális átlagos talajhőmérsékletet a tenyészidőszakra vonatkoztatva, amelyen a növények a legnagyobb termésátlagot érték el (22,77°C).



3. ábra: A talajhőmérséklet hatása a paprika termésmennyiségére (Gödöllő, 2002-2003; mindkét kísérlettípus adatai alapján)

3.4. Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatásának vizsgálata

A felhasznált víz mennyisége

2001-ben és 2002-ben a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák felhasználásával öntözővizet lehetett megtakarítani. A megtakarítás mértéke az adott év időjárási viszonyaitól függött. A hűvösebb és csapadékosabb 2001-es évben az 50% és 90% SZTM kezelésekben 29 és 48%-kal kevesebb öntözővizet használtunk fel, mint a kontroll 0% SZTM kezelésben (141 mm). A szárazabb és melegebb 2002-es évben a megtakarítás az 50% SZTM és a 90% SZTM esetében már csak 14% és 21% volt a tápoldatos kezeléshez (252 mm) viszonyítva. A 2003-as év volt a három közül a legmelegebb és legszárazabb, emiatt ebben az évben szinte nem is volt különbség az egyes kezelések esetén kijuttatott vízmennyiségben.

Termésmennyiség

A termésátlagok között egyik évben sem adódott szignifikáns különbség. 2001-ben és 2003-ban az 50% SZTM kezelés érte el a legnagyobb termésátlagot, míg 2002-ben a 0% SZTM kezelés bizonyult legjobbnak. Mindhárom évben a 90% SZTM kezelés termelt legkevesebbet.

A három év eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy minél melegebb volt az időjárás, annál nagyobb termésátlagot értek el az egyes kezelések. Bár 2003-ban a N mennyiségét 30 g N hatóanyag/m²-ről 20 g N hatóanyag/m²-re csökkentettük, a termésátlagok és a bogyóátlagtömegek ebben az évben lettek a legnagyobbak.

3.5. Új tudományos eredmények

1. Három év eredményét figyelembe véve, szabadföldi paprikatermesztésben, a tenyészidőszak átlagában, a bakhát és talajtakarás hatását vizsgáló kísérletekben az egyes kezelések a következő talajhőmérséklet-növekedést eredményezték 10 cm-es mélységben:

- takaratlan bakhátas kezelés a takaratlan sík kezeléshez képest: $0,2^{\circ}\text{C}$
- fekete fóliával takart sík kezelés a takaratlan sík kezeléshez képest: $0,8^{\circ}\text{C}$
- fekete fóliával takart bakhátas kezelés a takaratlan bakhátas kezeléshez képest: $1,9^{\circ}\text{C}$
- fekete fóliával takart bakhátas kezelés a takaratlan sík kezeléshez képest: $2,1^{\circ}\text{C}$

2. Két év eredményét figyelembe véve, szabadföldi paprikatermesztésben, a tenyészidőszak átlagában, a különböző színű talajtakaró fóliák hatását vizsgáló kísérletekben a világos (áttetsző, világoszöld, lila) és sötét színű (fekete, sötétzöld, piros) fóliák a következő talajhőmérséklet-növekedést eredményezték 10 cm-es mélységben:

- világos színű fóliák a takaratlan kezeléshez képest: $2,3^{\circ}\text{C}$
- sötét színű fóliák a takaratlan kezeléshez képest: $1,3^{\circ}\text{C}$

Melegebb években a világos színű fóliák túlzott mértékben felmelegíthetik a talajt, ami már károsan befolyásolhatja a paprika növekedését és termésmennyiségét.

3. A paprika számára optimális talajhőmérsékleti értékek nagyobb aránya erőteljesebb vegetatív növekedést, és ezáltal nagyobb termésátlagokat eredményezett.

A fekete fóliával takart bakhát évjárattól és fajtától függően 2-24%-kal nagyobb termésátlagot eredményezett a takaratlan sík kontroll kezeléshez viszonyítva.

A sötét színű talajtakaró fóliák évjárattól függően 15-21%-kal, míg a világos színű talajtakaró fóliák 1-19%-kal eredményeztek nagyobb termésátlagot, mint a takaratlan kontroll kezelés.

4. A termésátlag és az átlagos talajhőmérséklet közötti összefüggés másodfokú polinommal volt leírható. A másodfokú egyenletből meghatároztam a paprika számára a termésátlag szempontjából optimális átlagos talajhőmérsékletet ($22,77^{\circ}\text{C}$) az egész tenyészidőszakra vonatkoztatva.

5. A korábbi kísérletekben nem hasonlították össze a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák alkalmazását a tápoldatozással. A kezelések termésátlagai között egyik évben sem adódott szignifikáns különbség, azonban ennek ellenére, kismértékben ugyan, de minden évben a 90%-ban szabályozott tápanyagleadású műtrágyát alkalmazó kezelés adta a legkisebb termésátlagot. A két alapmódszer ötvözésével közel azonos vagy jobb eredményeket értünk el, mint a tápoldatozással, annak ellenére, hogy a tápoldatozások száma ebben az esetben fele annyi volt, ami természetesen fele annyi munkát is vont maga után.

4. Következtetések és javaslatok

4.1. Bakhátas és sík termesztési mód hatása

A kísérlet eredményei alapján a bakhát és a fekete talajtakaró fólia is hatással volt a talaj hőmérsékletének alakulására, és ezen keresztül a növények növekedésére és termésmennyiségére.

A takarás nélküli bakhát a tenyészidőszak átlagában, mindhárom év eredményét figyelembe véve 0,3-0,4°C-kal emelte a talaj hőmérsékletét a kontroll kezeléshez képest, ami azzal magyarázható, hogy a bakhátat nagyobb felületen éri a beérkező napsugárzás, így napközben jobban felmelegszik, míg az éjszaka folyamán – szintén a nagyobb felület miatt – jobban lehül, mint a sík talaj. A sík talajt fekete fóliával takarva 0,4-1,1°C talajhőmérséklet növekedést értünk el a kontroll kezeléshez viszonyítva, ami azzal magyarázható, hogy a fekete fólia elnyeli a beérkező napsugárzás nagy részét, és az elnyelt energiát hővezetés útján átadja a talajnak. Éjszaka is kisebb mértékben hűl le, mint a takaratlan talaj, mivel a fólia visszatartja a hosszúhullámú sugárzást. A bakhátat fekete fóliával takarva 1,6-2,1°C-kal jobban felmelegedett a talaj, mint a takaratlan bakhát esetében, amelyet a bakhát nagyobb felülete és a fekete fólia talajfelmelegítő-, illetve az éjszaka folyamán a lehülést gátló hatása együttesen eredményezett.

A növények a kedvezőbb talajhőmérséklet hatására erőteljesebb vegetatív növekedést mutattak és korábban kezdtek virágozni, mint a takarás nélküli kezeléseknél.

A termésátlagot vizsgálva megállapítható, hogy a hűvös 2001-es, és a kevésbé meleg 2002-es évben mindkét hibrid a legmagasabb talajhőmérsékletet eredményező takart bakhátas kezeléssel érte el a legnagyobb termésátlagot. A legmelegebb 2003-as évben ettől eltérő eredményt kaptam, a termésátlag a sík talajt takarva szignifikánsan nagyobb lett, mint az összes többi kezelést vizsgálva, a takart bakhát pedig a két takaratlan kezeléshez hasonló termést adott. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a talaj a bakháttal kombinált fekete fóliás takarás hatására valószínűleg már túlzott mértékben felmelegedett, aminek következtében az ebben az évben egyedül vizsgált Pritavit F₁ a takart sík kezelésnél több mint 1 kg/m²-rel kevesebbet termelt.

Az eredmények alapján tehát legnagyobb mértékű talajhőmérséklet-növekedést a bakhátat fekete talajtakarással kombinálva érhetünk el, ami azonban a vizsgált fajta esetében a legmelegebb évben valószínűleg már túl magasnak bizonyult. Ahhoz azonban, hogy ezt teljes bizonyossággal meg lehessen állapítani, további kísérletekre lenne szükség.

Az eredmények alapján bakhátas termesztés esetén mindenképpen javasolt a talaj takarása. Ha valamilyen okból nincs lehetőség bakhát kialakítására, akkor is érdemes takarni a talajt, hiszen sík termesztés esetén is érvényesülnek a takarás előnyei.

4.2. Különböző színű talajtakaró fóliák hatása

A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy a különböző színű talajtakaró fóliák hatással voltak a talaj hőmérsékletére, amely pedig befolyásolta a termésátlagot a növények vegetatív növekedésén keresztül.

A talaj felmelegedésének mértékét a fólia színe, és ezzel összefüggésben az általuk áteresztett fény mennyisége határozta meg. A kísérletben alkalmazott talajtakaró fóliák két csoportra különültek el talajfelmelegítő-képességük alapján, világos színű (áttetsző, világoszöld, lila) és sötét színű (sötétzöld, piros, fekete) fóliákra. A legmagasabb talajhőmérséklet a világos színű fóliák alatt alakult ki, a két év és a tenyészidőszak átlagában a takaratlan kezeléshez viszonyítva 2,3°C-os talajhőmérséklet-növekedést eredményeztek. Ez azzal magyarázható, hogy az áttetsző fólia áttereszti a beérkező napsugárzás 85-95%-át. A fólia belső felületét általában kondenzációból származó vízcseppek borítják, és ez a vízréteg

átereszti a beérkező rövidhullámú sugárzást, de visszatartja a kifelé áramló hosszuhullámú sugárzást. A világos színű fóliák esetében a paprika számára optimális talajhőmérsékleti értékek aránya – az időjárási viszonyoktól függően – 1-5%-kal volt magasabb, mint a takaratlan kezelés esetén, mivel az optimum feletti értékek aránya 12-17% között alakult.

A sötét színű talajtakaró fóliák kisebb mértékben melegítették fel a talajt, mint a világos színűek, a két év és a tenyészidőszak átlagában a takaratlan kezeléshez viszonyítva 1,3°C-os talajhőmérséklet-növekedést eredményeztek. A fekete fólia elnyeli a beérkező napsugárzás nagy részét, és az elnyelt energiát hővezetés útján adja át a talajnak. Habár a sötétzöld és a piros fóliák a napsugárzás egy részét áteresztik, a fekete fóliához hasonló mértékben melegítették fel a talajt. A sötét színű fóliák esetében a paprika számára optimális hőmérsékleti értékek aránya – az időjárási viszonyoktól függően – 6-12%-kal volt több, mint a kontroll kezelés esetén, mivel az optimum feletti értékek aránya kisebb volt (7-9%), mint a világos színű fóliáknál.

2002-ben a termésátlagot vizsgálva nem adódott számottevő különbség a takart kezelések között. 2003-ban a legmagasabb talajhőmérsékletet eredményező áttetsző és lila fóliával takart kezelések kisebb termésátlagot értek el, mint a sötét színű fóliával takart kezelések.

Megállapítható, hogy a 2003-as melegebb időjárás hatására a talaj az áttetsző fólia alatt, és bizonyos mértékig a lila fólia alatt is, túlzott mértékben felmelegedett. Ez a magas hőmérséklet a tenyészidő elején jelentkezett, amikor a növények még nem árnyékolták a talajtakaró fóliát, és gyökereik még a talaj felső rétegében helyezkedtek el. A magas talajhőmérséklet drasztikus hatással lehet a növények növekedésére, a kötődésre, a víz- és tápanyagfelvételre és a gyökér légzésére.

A vizsgált területen az áttetsző és világos színű talajtakaró fóliák használata nem javasolt, mert melegebb években a talaj ezek alatt túlzott mértékben felmelegedhet, aminek hatására a talajt kevésbé felmelegítő, sötét színű fóliával takart kezelésekhez viszonyítva gyengébb, a takaratlan kezeléshez hasonló, vagy esetleg annál is kevesebb termés érhető el. A sötét színű fóliák még magas léghőmérséklet és besugárzás esetén sem melegítették fel káros mértékben a talajt, így a vizsgált fóliák közül ezek elégítették ki legnagyobb mértékben a paprika talajhőmérséklettel szemben támasztott igényét a vizsgált fajta esetében.

A két kísérlettípust együttesen vizsgálva az eredmények alapján megállapítható, hogy az átlagos talajhőmérséklet és a termésátlag közötti összefüggés nem lineáris, hanem másodfokú polinomiális összefüggéssel írható le. A paprika számára optimális talajhőmérsékleti értékek aránya és a termésátlag közötti összefüggés viszont lineáris.

4.3. Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatása

A kezelések termésátlagai között egyik évben sem adódott szignifikáns különbség, de ennek ellenére kismértékben ugyan, de minden évben a 90%-ban szabályozott tápanyagleadású műtrágyát alkalmazó kezelés adta a legkevesebb termést. Ha a két alapszert hasonlítjuk össze, akkor megállapítható, hogy kizárólag tápoldatozással jobb eredményeket kaptunk, mint zömében szabályozott tápanyagleadású műtrágyát használva. A két alapszert ötvözésével pedig közel azonos vagy jobb eredményeket értünk el, mint a tápoldatozással, annak ellenére, hogy a tápoldatozások száma ebben az esetben fele annyi volt, ami természetesen fele annyi munkát is vont maga után.

A felhasznált víz mennyisége az egyes kezelések esetében nagymértékben függött az adott év időjárási viszonyaitól. A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák azon előnye, hogy esetükben a tápanyag kiadásához nem szükséges víz, főként az átlagosnál csapadékosabb években jut érvényre.

Összefoglalva megállapítható, hogy bár a kezelések nem csak az alkalmazott műtrágya típusában, hanem ebből adódóan a tápelemarányokban is eltértek egymástól, mégsem adódott szignifikáns különbség; abból sem adódtak különbségek, hogy 2003-ban 30 g N helyett 20 g N-t juttattunk ki négyzetméterenként. Ez valószínűleg azzal magyarázható, hogy intenzív szabadföldi termesztésben a tápanyagutánpótlásnak – bizonyos határokon belül – nincs befolyásoló hatása, sokkal meghatározóbb az időjárási viszonyok szerepe, hazánkban leginkább a hőmérséklet a limitáló tényező.

Ahol a technológiai feltételek adottak, ott a tápoldatozást javaslom a nagyobb rugalmasság és a tápelemarányok termesztés közbeni változtatásának lehetősége miatt. A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák használatának ott lehet jelentősége, ahol például a nem megfelelő vízminőség vagy domborzati viszonyok miatt nem valósítható meg a csepegtető öntözés. Az utóbbi évek nyári időjárása (sok csapadék) azonban szintén megfontolandóvá teszi a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák használatát, hiszen segítségükkel elkerülhető a felesleges (túl-) öntözés.

5. A szerzőnek az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációi

IF-es angol nyelvű cikk:

1. **Locher, J.,** A. Ombódi, T. Kassai and J. Dimény (2005): Influence of coloured mulches on soil temperature and yield of sweet pepper. *European Journal of Horticultural Science*. 70(3):135-141.

Angol nyelvű lektorált cikkek:

2. **Locher, J.,** Ombódi, A., Kassai, T., Tornyai, T. and Dimény, J. (2003): Effect of black plastic mulch and raised bed on soil temperature and yield of sweet pepper. *International Journal of Horticultural Science* 9:107-110.
3. Ombódi, A., **J. Locher** and J. Dimény: Combined use of fertigation and controlled-release fertilizer in intensive open field sweet pepper cultivation. *Acta Horticulturae*. [ELFOGADVA]

Magyar nyelvű lektorált cikkek:

4. **Locher J.,** Ombódi A., Kassai T. és Dimény J. (2002): Kápia típusú paprika intenzív szabadföldi termesztése, különös tekintettel a talaj takarására és bakhát alkalmazására. *Hajtatás Korai Termesztés* 33(2):22-25.
5. **Locher J.,** Ombódi A., Tornyai T., Deákvári J., Jakovác F., Dimény J. (2002): Különböző színű talajtakaró fóliák hatása a talaj hőmérsékletére és a paprika termésmennyiségére. *Kertgazdaság* 34(4):25-29.
6. **Locher J.,** Ombódi A., Kassai T., Dimény J. (2003): Fekete polietilénfóliás talajtakarás és bakhát alkalmazásának hatása a paprikára. *Hajtatás, korai termesztés* 34 (2):17-20.

Idegen nyelvű konferencia kiadvány:

7. Ombódi A., **J. Locher** and J. Dimény (2004): Combined use of fertigation and controlled-release fertilizer in intensive open field sweet pepper cultivation. *Italicus Hortus* 11(3):38-39. ISHS Symposium, Towards ecologically sound fertilisation strategies for field vegetable production. Perugia, Italy, 7-10. June 2004.

Egyéb értékelhető publikációk:

8. **Locher J.,** Dr. Ombódi A. (2002): A talajtakarás és a bakhát alkalmazásának lehetséges előnyei szabadföldi paprikatermesztésben. *Agrárágazat*, 10:26-28.
9. Ombódi A., **Locher J.,** Helyes L., Dimény J. (2002): A combined fertilization method for field grown sweet pepper. *J. Agric. Res. Tanta Univ.* Vol(28): 3/II, 590-595.
10. **Locher, J.,** A. Ombódi, T. Kassai, T. Tornyai and J. Dimény (2003). Effect of plastic mulch and raised bed on yield and quality of sweet pepper. *J. Agric. Res. Tanta Univ.* Vol(28): 3/I, 85-90.
11. **Locher J.** (2003): Különböző színű talajtakaró fóliák alkalmazásának tapasztalatai. *Agrárágazat*, 2, 62-64.

- 12. Locher J.,** Ombódi A. és Dimény J. (2002): Talajtakarás hatása szabadföldön termesztett Pritavit F1 paprika fajta termésmennyiségére és minőségére. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban; Kertészet, 60-66. Debrecen, 2002. április 11-12.
- 13. Locher J.,** Ombódi A. és Dimény J. (2003): Különböző színű fóliatakarás hatása a talaj hőmérsékletére és a paprikára. Lippai János – Ormos Imre - Vas Károly Tudományos Ülésszak 2003. november. 6-7., Budapest; Összefoglalók, Kertészettudomány, 656.