

SZENT ISTVÁN EGYETEM

**SZABADFÖLDI PAPRIKATERMESZTÉS
TECHNOLÓGIÁJÁNAK FEJLESZTÉSE**

DOKTORI (PhD.) ÉRTEKEZÉS

Horel Judit

GÖDÖLLŐ

2006.

A Doktori Iskola

megnevezése: Növénytudományi doktori iskola

tudományterület: 4. Agrártudományok

tudományága: 4.1. Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Dr. Virányi Ferenc

Egyetemi tanár, az 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

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1. <i>A szabadföldi étkezési paprikatermesztés helyzete Magyarországon</i>	<i>7</i>
2.2. <i>Műanyag talajtakaró fóliák alkalmazása.....</i>	<i>8</i>
2.2.1. <i>Műanyag talajtakaró fóliák felhasználása a világon és Magyarországon.....</i>	<i>8</i>
2.2.2. <i>Talajtakarásra használt fóliák jellemzői.....</i>	<i>9</i>
2.2.3. <i>Talajtakaró fóliák használatának előnyei és hátrányai</i>	<i>10</i>
2.2.4. <i>A talajtakaró fólia színének jelentősége.....</i>	<i>12</i>
2.3. <i>Talajtakarás alkalmazása paprikatermesztésben</i>	<i>13</i>
2.3.1. <i>A paprika hőigénye</i>	<i>13</i>
2.3.2. <i>Külföldi kísérletek</i>	<i>14</i>
2.4. <i>A szabadföldi paprika tápanyag-utánpótlása</i>	<i>16</i>
2.4.1. <i>A szabadföldi paprika tápanyagigénye</i>	<i>16</i>
2.4.2. <i>Az intenzív szabadföldi paprikatermesztés tápanyag-utánpótlása</i>	<i>17</i>
2.5. <i>A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák.....</i>	<i>20</i>
2.5.1. <i>Retardált műtrágyák használata szabadföldi paprikatermesztésben.....</i>	<i>22</i>
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	25
3.1. <i>A kísérletek helyszíne</i>	<i>25</i>
3.2. <i>Kísérletek leírása, kezelések, termesztéstechnológia.....</i>	<i>25</i>
3.2.1. <i>Bakhátas és sík termesztési mód hatásának vizsgálata</i>	<i>25</i>
3.2.1.1. <i>A termesztett hibridek.....</i>	<i>25</i>
3.2.1.2. <i>A kísérlet felépítése.....</i>	<i>26</i>
3.2.1.3. <i>Termesztéstechnológia.....</i>	<i>26</i>
3.2.2. <i>Különböző színű talajtakaró fóliák hatásának vizsgálata.....</i>	<i>28</i>
3.2.2.1. <i>A termesztett hibrid.....</i>	<i>28</i>
3.2.2.2. <i>A kísérletek felépítése</i>	<i>28</i>
3.2.2.3. <i>Termesztéstechnológia.....</i>	<i>28</i>
3.2.3. <i>Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatásának vizsgálata</i>	<i>29</i>
3.2.3.1. <i>A termesztett hibrid.....</i>	<i>29</i>
3.2.3.2. <i>A kísérlet felépítése.....</i>	<i>29</i>
3.2.3.3. <i>Termesztéstechnológia.....</i>	<i>30</i>
3.3. <i>Mérések, megfigyelések.....</i>	<i>31</i>
3.3.1. <i>A talajhőmérséklet mérése.....</i>	<i>31</i>
3.3.2. <i>Talajprofil hőmérsékletének mérése</i>	<i>31</i>
3.3.3. <i>Vegetatív jellemzők mérése.....</i>	<i>32</i>
3.3.4. <i>A virágzás időpontjának felvételezése</i>	<i>32</i>
3.3.5. <i>Termésmennyiség- és minőség mérése.....</i>	<i>32</i>
3.3.6. <i>Növénytömeg.....</i>	<i>33</i>
3.4. <i>Statisztikai értékelés.....</i>	<i>33</i>
4. EREDMÉNYEK	35
4.1. <i>Bakhátas és sík termesztési mód hatásának vizsgálata.....</i>	<i>35</i>
4.1.1. <i>Talajhőmérséklet.....</i>	<i>35</i>
4.1.2. <i>A növények növekedése, fejlődése</i>	<i>41</i>
4.1.3. <i>Termésmennyiség</i>	<i>44</i>
4.1.4. <i>Termésminőség.....</i>	<i>48</i>
4.2. <i>Különböző színű talajtakaró fóliák hatásának vizsgálata.....</i>	<i>52</i>
4.2.1. <i>Talajhőmérséklet.....</i>	<i>52</i>
4.2.2. <i>Talajprofil hőmérsékletének mérése</i>	<i>57</i>
4.2.3. <i>A növények növekedése, fejlődése</i>	<i>62</i>
4.2.4. <i>Termésmennyiség</i>	<i>63</i>
4.2.5. <i>Termésminőség.....</i>	<i>66</i>

4.3.	<i>Összefüggésvizsgálat a talajhőmérséklet és a termésátlag, valamint az optimális talajhőmérsékleti értékek és a termésátlag között</i>	67
4.4.	<i>Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatásának vizsgálata</i>	71
4.4.1.	A felhasznált víz mennyisége	71
4.4.2.	Vegetatív jellemzők	71
4.4.3.	Termésmennyiség	72
4.4.4.	Termésminőség.....	75
4.4.5.	A növénytömeg alakulása	76
4.5.	<i>Új tudományos eredmények</i>	77
5.	KÖVETKEZTETÉSEK	79
5.1.	<i>Bakhátas és sík termesztési mód hatása</i>	79
5.2.	<i>Különböző színű talajtakaró fóliák hatása</i>	79
5.3.	<i>Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatása</i>	81
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	83
	SUMMARY	87
	MELLÉKLETEK	91
	<i>M1. Irodalomjegyzék</i>	91
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	97

1. BEVEZETÉS

Magyarországon ma a korábbi évekhez képest jóval kisebb, 4000 hektár körüli területen természetesen szabadföldön étkezési paprikát, ezzel szemben a hajtattott felületek aránya egyre növekszik, több mint 2000 hektárnyi területet elfoglalva. A hajtattás fölénye az elérhető nagyobb termésátlaggal, a jobb termésminőséggel és főként a magasabb jövedelmezőséggel magyarázható. A szabadföldi területek csökkenésének fő oka pedig az egyre inkább elavuló szabadföldi technológiában keresendő, ami számos növény-egészségügyi problémához, és így alacsony termésátlagokhoz vezet (MOÓR 2000). Bár a hajtattás jövedelmezőbb, mégsem szabad megfeledkeznünk a szabadföldi paprikatermesztésnek az export árualapok folyamatos biztosításában betöltött szerepéről, hiszen a legnagyobb mennyiségeket augusztus, szeptember és október hónapokban exportáljuk (MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS SZAKMAKÖZI SZERVEZET ÉS TERMÉKTANÁCS 2003).

Ahhoz azonban, hogy hazánkban a szabadföldi paprikatermesztés újra versenyképesé váljon, növelni kell a termesztés biztonságát, az elérhető termésmennyiséget és a termés minőségét. Ezt azonban a hagyományos technológiával nem lehet megoldani, ezért intenzív technológiai elemek alkalmazására van szükség. Így lényegesen csökkenthetők a hajtattás és a szabadföldi termesztés színvonala közti különbségek, hiszen e technológiával szabadföldön is az eddigiéknél 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 (MOÓR 2000, GYÚRÓS 2002, TERBE 2004).

Kísérleteimben a szabadföldi paprikatermesztés intenzív technológiai elemei közül a műanyag fóliás talajtakarás és a bakhát, valamint a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatását vizsgáltam. A műanyag (polietilén) fóliák talajtakaró anyagként való felhasználása széleskörűen elterjedt a világ kertészeti termesztésében, különösen gyakori nagy termesztési értékű zöldségnövények (pl.: kabakosok, paprika, paradicsom, tojásgyümölcs) esetében. Bár hazánkban a sík termesztési mód az elterjedt, a fóliás talajtakarást külföldön általában bakháttal együtt alkalmazzák. Paprikatermesztésben a bakhátat a talaj gyorsabb felmelegedése, szerkezetének, vízelvezetésének javítása és a talaj eredetű megbetegedések előfordulásának csökkentése érdekében használják (VANDERWERKEN - WILCOX-LEE 1988, MOÓR 2000). A talajtakaró fóliák alkalmazása számos előnnyel jár, javítják a talaj víz-, hő-, és tápanyaggazdálkodását, valamint gyommentesen tartják a talajt. További előny a termésmennyiség növekedése, a minőség javulása, a korábbi érés, a kisebb mértékű talajtömörödés és a gyomelnyomó hatás (LAMONT 1993, BOSLAND - VOTAVA 2000). Az irodalom legfontosabb előnyként a gyökérszóna hőmérsékletének növelését említi (WIEN - MINOTTI 1987). A gyökérszóna hőmérsékletének döntő jelentősége van a növény növekedésében és fejlődésében, mivel hatással van a gyökér fiziológiai folyamataira, a víz- és a tápanyagfelvételre (TINDALL et al. 1990). Mivel a fólia színe meghatározza annak optikai tulajdonságait (visszaverőképesség, elnyelőképesség, áteresztőképesség), ezért az eltérő színű fóliák különböző mértékben melegítik fel a talajt (LAMONT 1993).

A fóliával takart bakhát alkalmazásának különösen ott van jelentősége, ahol hosszú tenyészidejű, melegigényes növényeket természetesen rövid termesztési időszakokkal rendelkező területen (WATERER 2000), így — mivel Magyarország a paprikatermesztés északi határán fekszik — itt is döntő jelentősége lehet ennek a technológiai elemnek. Magyarországon viszonylag kevés tudományos kísérletet végeztek a talajtakarásos paprikatermesztéssel kapcsolatban, ennek ellenére — saját kedvező tapasztalatok alapján — egyre többen alkalmazzák a gyakorlatban ezt a technológiát.

A csepegtető öntözőrendszeren keresztül megvalósított tápoldatozás nagy előrelépést jelent a szabadföldi termesztésben, hiszen segítségével a hagyományos tápanyagutánpótlási módszer számos hátránya kiküszöbölhető. A tápoldatozás nagyon rugalmas tápanyagutánpótlási módszer,

hiszen a tápanyagok folyamatos kijuttatásával könnyen alkalmazkodni lehet a növények pillanatnyi igényéhez. Ugyanakkor plusz munkaműveletet és így plusz munkaerő költséget jelent, valamint szükséges hozzá a megfelelő műszaki háttér biztosítása is. A tápoldatozás nagy hátránya még, hogy a tápanyagok kijuttatásával minden esetben vizet is kiadunk, akkor is, ha a növényeknek csak tápanyagra lenne szükségük. 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. Kizárólag szabályozott tápanyagleadású műtrágyát alkalmazva a tenyészidő folyamán fellépő, vagy előre nem tervezhető változásokra nem lehet reagálni, hiszen a kiadott műtrágyamennyiség, illetve az egyes tápelemek összetétele már nem változtatható (GANDEZA - SHOJI 1992, TRENKEL 1997, SAIGUASA 1999). Felmerülhet a gondolat, hogy e két módszer — a tápoldatozás és a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák — együttes használatával nagyrészt kiküszöbölhetőek a hátrányok, és egyesíthetőek az előnyök.

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. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A szabadföldi étkezési paprikatermesztés helyzete Magyarországon

Étkezési paprika termesztéséről statisztikai adatokat először az 1930-as évekből találunk, melyek szerint ekkor a termőterület 2-3000 ha volt. A terület növekedésében nagy változást hoztak az 1960-as évek, amikor egyik évről a másikra megkétszereződött a termőterület és közel 10.000 hektáron termesztünk étkezési paprikát. A termőfelület a 60-as évek végén és a 70-es évek elején volt a legnagyobb, mintegy 13-14.000 ha. Sajnos azóta ez a terület fokozatosan visszaesően van, ami számos környezeti és gazdasági tényezőre vezethető vissza. A termőterület 1999-re 5800 hektárra csökkent, ebből a szabadföldi terület 3500 hektárt foglalt el (1. táblázat). Az ezredfordulótól a termőterület kis mértékű növekedését figyelhettük meg, 2002-re a szabadföldi terület elérte a 4150 hektárt, míg hajtatast 2380 hektáron folytattak. 2003-tól a terület újabb csökkenése következett be (MOÓR - HORVÁTH 2001, MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS SZAKMAKÖZI SZERVEZET ÉS TERMÉKTANÁCS 2003).

1. táblázat: Az étkezési paprika termőterületének alakulása az utóbbi években

	Terület (ha)						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Hajtatott	2200	2250	2300	2350	2400	2380	2300
Szabadföldi	3800	4200	3500	3800	3900	4150	3400

(MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS SZAKMAKÖZI SZERVEZET ÉS TERMÉKTANÁCS 1997-2003)

Az utóbbi évtizedek során a hajtatasban jelentős fejlődés következett be, hiszen míg az 1960-as években 10 ezer tonna termésmennyiséget állítottak elő 20 t/ha-os termésátlaggal, addig az 1990-es években már 170 ezer tonna paprikát termesztettek, a termésátlag pedig megtöbbszörözött (2. táblázat). Ezzel szemben a szabadföldön előállított termésmennyiség lecsökkent, az elért termésátlag pedig nem növekedett (ZATYKÓ 2002).

2. táblázat: A hajtatatott és a szabadföldi paprika termésmennyisége és -átlaga (ZATYKÓ 2002)

	Összes termésmennyiség (ezer tonna)		Termésátlag (t/ha)	
	1960-as évek	1990-es évek	1960-as évek	1990-es évek
Hajtatott	10	170	20	74
Szabadföldi	160	65	15	16

Az adatokból látszik, hogy a szabadföldi termőterület visszaesésével a hajtatas egyre nagyobb szerepet kapott. Ennek egyik fő oka, hogy hazánk éghajlati adottságai mellett szabadföldön kisebb a termésbiztonság, rosszabb a termésminőség, a termesztés kevésbé kiszámítható, mint hajtatasban (MOÓR 2002).

A hajtatas nagy mértékű fölényének okait a szabadföldi termesztéssel szemben ZATYKÓ (2002) négy fő pontban foglalta össze:

1. hőmérséklet növelésének lehetősége,
2. hibridek alkalmazása,
3. Xanthomonas és CMV fertőzés jóval kisebb mértéke,
4. hosszabb tenyészidő.

A hajtatas további előnyei közé tartozik még, hogy a hajtatóberendezésben többé-kevésbé szabályozott környezetben az áru minősége lényegesen jobb, mint a szabadföldié. Ez a megállapítás általában az áru küllemére vonatkozik (BALÁZS 2000).

A hajtatas ugyan jövedelmezőbb, mint a szabadföldi paprikatermesztés, de beruházási és termelési költsége is jóval magasabb. Ugyanakkor nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy a szabadföldi termesztésben előállított paprika beltartalmi értékei sokkal jobbak, és hogy az export árualapok folyamatos biztosítása végett továbbra is nagy szükség van a szabadföldi paprikatermesztésre a hajtatos felületek mellett (GYÚRÓS 2002). Ezt az állítást alátámasztják a MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS SZAKMAKÖZI SZERVEZET ÉS TERMÉKTANÁCS (2003) exportról szóló adatai, melyek szerint a legnagyobb mennyiségeket augusztus, szeptember és október hónapokban exportáljuk.

A fentiekből kitűnik, hogy a szabadföldi paprikatermesztés jelentősége korántsem elhanyagolható. Ahhoz azonban, hogy jövedelmezőbbé váljon, jelentős módosításra van szükség az alkalmazott technológiák területén. Ezért a hagyományos technológiát minél nagyobb mértékben fel kell váltani az intenzív technológiával (GYÚRÓS 2002).

A szabadföldi intenzív termesztés esetén elengedhetetlenül fontos a jó minőségű tálcás (4×4 cm-es, 176 lyukas hengeres) palánta, melyet a hagyományos technológiánál alacsonyabb tőszámban – 5-7 db/m² – ültetnek ki. Eredményes és gazdaságos termesztést a műanyag fóliával takart bakhátas ültetési technológiával érhetünk el. A bakhátak kialakításával levegősebb és könnyebben felmelegedő talajt biztosíthatunk a paprikák számára. Ha még korábban szeretnénk kiültetni, akkor a fóliával takart bakhátak mellett időleges takarást (fóliaalagút) is lehet alkalmazni. A csepegtető öntözésre való áttéréssel csökkenthető az utóbbi években gyakorta előforduló baktériumos fertőzések kialakulása, valamint a korszerű, tápoldatozással történő tápanyagutánpótlás is megoldhatóvá válik (MOÓR 2000, GYÚRÓS 2002). Napjainkban kezd terjedni az intenzív termesztésben a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák használata is (TERBE 2004).

Az elmúlt időszakban jelentősen bővült a fajtaválaszték: a piaci igényeknek megfelelően az új fajták bogyómérete növekedett, megnőtt a hibridek száma, mely ma már az összes forgalmazható fajta több mint 50%-át teszi ki. A fajták 45%-a rendelkezik betegség-ellenállósággal (FEHÉR 1995). Míg a hagyományos termesztésben elsősorban konstans fajtákat alkalmaztak, addig az intenzív termesztésben a hibridek kerülnek előtérbe, melyek szabadföldön is nagyobb mennyiségű és darabosabb termést adnak, mint a konstans fajták. A hibridek közül szabadföldön a HRF F₁, a Cecil F₁ és a Blondy F₁ fehér termésű fajtákat; a kaliforniai típusúból a Galaxy F₁ és a Brill F₁ fajtákat; a paradicsomalakú típusból az Olympia F₁ és a Pritavit F₁, a kápia-típusból pedig a Kárpia F₁ és az Atrix F₁ fajtát termesztik (GYÚRÓS 2002, SZÉLL 2002).

Az intenzív technológia segítségével csökkenthetők a hajtatos és a szabadföldi termesztés színvonala közti különbségek. Hiszen e technológiával szabadföldön is az eddigieknél hosszabb tenyészidő, kisebb fertőzésveszély és biztonságosabb termesztés érhető el. Az intenzív termesztési körülmények megteremtése azonban – bár a hajtatosnál olcsóbb megoldás – mégis igen költséges beruházás. TÖRÖK (2002) szerint ez mintegy 2,7-3 millió Ft-ot, MOÓR és HORVÁTH (2001) szerint 1,8 millió Ft-ot jelent hektáronként. Viszont a hagyományos technológiákhoz képest a terméseredmények a többszörösére növelhetők, egyes termelők elérték vagy meghaladták a 40-50 t/ha-os termésátlagot is (SZTÁRAY 2001, MAGYAR ZÖLDSÉG- GYÜMÖLCS TERMÉKTANÁCS 2002, GYÚRÓS 2004), sőt a bevétel elérheti a 4,5 millió Ft-ot hektáronként (SZÉLL 2002, TÖRÖK 2002).

Szabadszállás környékén egy szövetkezet intenzív technológiát alkalmazva (műanyag fóliás talajtakarás, csepegtető öntözés) paradicsom alakú paprikából 37 t/ha termésátlagot ért el (MOÓR - HORVÁTH 2001). Kaba környékén és a Kisalföldön szintén nagy területen termesztettek paprikát intenzív technológiával, talajtakarással. Hektáronként 40-50 tonna paradicsom alakú paprikát takarítottak be (ÚJFALUDI 2002).

2.2. Műanyag talajtakaró fóliák alkalmazása

2.2.1. Műanyag talajtakaró fóliák felhasználása a világon és Magyarországon

A mezőgazdaság, ezen belül a kertészet számos területen használ fel műanyagokat. 1999-es adatok alapján a legelterjedtebb alkalmazási területek világszinten a talajtakarás, a mikroöntözés és

a természetberendezések borítása. 1999-ben összesen 2.847.000 tonna műanyagot használt fel a mezőgazdaság, ebből 650.000 tonnát talajtakarásra. 1991 és 1999 között 60%-kal növekedett a mezőgazdaságban felhasznált műanyagok mennyisége (JOUËT 2001, LAVERDE 2002).

3. táblázat: Fóliával takart területek aránya a világ néhány országában (hektárban) (JOUËT 2001)

	1991	1999
Egyiptom	7.000	30.000
Izrael	4.000	26.000
Marokkó	500	7.000
USA	20.000	75.000
Kína	1.400.000	9.600.000 (sky-mulch-csal együtt)
Japán	150.000	160.000
Spanyolország	100.000	150.000
Anglia	5.800	10.000
Olaszország	50.000	75.000
Franciaország	100.000	100.000
Görögország	5.000	5.000
Portugália	-	23.000
Bulgária	12.500	13.000
Magyarország	1.000	2.400

A fóliával takart területek aránya világszinten 1991 és 1999 között 50%-kal növekedett, amennyiben Kínát figyelmen kívül hagyjuk (3. táblázat). Ha Kínát is figyelembe vesszük, akkor a növekedés 170% lenne. 1995-ben Kína talajtakaró fólia előállítására elérte a világ teljes termelésének 50%-át. Magyarországon ebben az időszakban több mint kétszeresére növekedett a fóliával takart területek nagysága (XU BEILEI 1997, JOUËT 2001).

A műanyag (polietilén) fóliák talajtakaró anyagként való felhasználása széleskörűen elterjedt a világ kertészeti termesztésében, különösen gyakori nagy termesztési értékű zöldség- és gyümölcsnövények (pl.: kabakosok, paprika, paradicsom, tojásgyümölcs) esetében, de más kertészeti kultúrákban is (pl. szamócatermesztés, faiskolai termesztés, stb.) sikeresen alkalmazott termesztéstechnológiai eljárás. A talajtakaró fóliák hatása a termésátlagra és a bevételre a termesztett növénytől, valamint a jellemző környezeti és piaci feltételektől függ. A talajtakaró fóliákat a zöldségtermesztésben elsősorban azért alkalmazzák, mert növelik a talaj hőmérsékletét (WATERER 2000, RACSKÓ 2002). Talajtakaró fóliák felhasználása hazánkban a szabadföldi zöldségtermesztés területén elsősorban spárga, görögdinnye és paprika esetében jellemző. A szabadföldi paprikatermesztésben egyre nagyobb területen alkalmaznak talajtakarást a termesztési színvonal javítása érdekében, mivel a termesztés hosszútávú sikere és jövedelmezősége a biztonságosabb, kiszámíthatóbb termesztésen és nem az olcsó, költségtakarékos technológián múlik (ÚJFALUDI 2002).

2.2.2. Talajtakarásra használt fóliák jellemzői

Talajtakarásra legelterjedtebben nagynyomású eljárással gyártott polietilént használnak fel. A polietilén az etilén polimerizációja során keletkező, hőre lágyuló műanyag. A nagynyomású eljárással gyártott polietilén kisebb sűrűségű, hajlékonyabb, lágyabb anyag, mint a kisnyomású eljárással készített. Ebből készül a kertészetileg legjelentősebb termék, a fólia (FILIUS 1985).

A polietilén a víznél kisebb sűrűségű, könnyű anyag, -60°C-tól +70°C-ig jól megőrzi mechanikai tulajdonságait. Tulajdonságai alkalmassá teszik talajtakaró anyagként való felhasználásra. Igen jó a kémiai ellenálló képessége, tartós, rugalmas, szagtól és mérgező anyagoktól mentes. Kiváló a szakítószilárdsága is, ami igen lényeges a fólia géppel történő

felrakásakor, valamint erős szél és lábbal történő taposás esetén. Fontos elvárás a talajtakaró fóliákkal szembe, hogy a növények számára kivágott ültetőlyukak helyén a szakadás ne terjedjen tovább (LAMONT 1993, LAVERDE 2002).

A gyártás során a polietilénhez különböző adalékanyagokat adnak annak érdekében, hogy megváltoztassák a végtermék tulajdonságait. Ezek lehetnek színezőanyagok (pigmentek), csúszásgátlók, UV-stabilizátorok (nikkel és kobalt ditiokarbamátok) és lebomlást segítő adalékanyagok (LAMONT 1993).

A talajtakaró fóliák vastagsága általában 0,04 mm-től 0,2 mm-ig terjed. A 0,04 mm-es fóliából 1 kg mennyiség 23-27 m²-t, míg a 0,2 mm-esből 6-7 m²-t tesz ki. A fóliák vastagsága meghatározza azok élettartamát. A beszerzési költséget a fólia élettartama és az 1 kg fóliával befedhető terület nagysága befolyásolja. Szélességük a növénykultúrától és a termesztéstechnológiától függően 80-230 cm közötti. A fóliák felszíne lehet sima vagy dombornyomású. A dombornyomás csökkenti a fólia tágulását és zsugorodását, amely a fólia meglazulását eredményezheti (TÚRI 1985, LAMONT 1993, LAVERDE 2002, RACSKÓ 2002).

2.2.3. Talajtakaró fóliák használatának előnyei és hátrányai

A talajtakaró fóliák felhasználása számos előnnyel jár. Egyik legfontosabb előnyük, hogy növelik a gyökérszóna hőmérsékletét (BOSLAND - VOTAVA 2000). A kedvező talajhőmérséklet elősegíti a víz és a tápanyagok felvételét, ezáltal a növekedést és a kötődést (TINDALL et al. 1990, BOSLAND - VOTAVA 2000). A talaj felmelegítésére akkor van szükség, ha hosszú tenyészidejű, melegigényes növényeket rövid termesztési időszakokkal rendelkező területen termesztünk, vagy ha a korán betakarított termést magasabb áron lehet értékesíteni (WATERER 2000). A maximális gyökérnövekedés optimális talajhőmérséklete általában alacsonyabb, mint a maximális lombnövekedéshez tartozó optimális talajhőmérséklet (MILLER 1986).

A legtöbb fiziológiai funkció – így a gyökér funkciók is – bizonyos mértékig hőmérséklet-függő folyamatok. Az alacsony talajhőmérséklet káros hatásai igen összetettek, a csökkent víz- és tápanyagfelvételre, a csökkent asszimilációra és asszimilátum-szállításra, valamint a lomb és/vagy a gyökerek által igényelt növekedésszabályozók csökkent termelődésére és szállítódására vezethetők vissza (MILLER 1986). Magas léghőmérséklet és erős besugárzás esetén azonban bizonyos talajtakaró fóliák a talajt olyan mértékben felmelegíthetik, amely már károsan befolyásolja a növekedést (MILLER 1986, TINDALL et al. 1990).

A talajtakaró fóliák csökkentik a talaj vízvesztését. Mivel a fóliák nem eresztik át a vízgőzt, ezért a talaj evaporációs vízvesztése csökken, csepegtető öntözéssel együtt alkalmazva jelentősen csökkenthetik az öntözési igényt (WIEN - MINOTTI 1987, TINDALL et al. 1990, WATERER 2000).

A fóliatakarás további előnye a gyomelnyomó hatás, melynek mértékét a fólia színe, az áteresztett fény mennyisége határozza meg. A gyomok a fekete színű és a sötét, fedett színű fóliák alatt fény hiányában nem csíráznak ki, vagy csírázás után gyorsan elpusztulnak. Az áttetsző fólia alatt a gyomnövények nagymértékben képesek elszaporodni, különösen a tenyészidőszak kezdetén, amikor az áttetsző fólia által előidézett meleg, nedves környezet gyors növekedést biztosít számukra. A fólia alatt növekvő gyomok a haszonnövényekkel versenyeznek a tápanyagokért, a vízért és a helyért, ezért kiküszöbölésükre szükség van, ami a fóliák lerakása és a kiültetés előtt elvégzett herbicides kezeléssel megoldható (TERBE 1995b, WATERER 2000).

A talajtakaró fólia alatt kisebb mértékű talajtömörödés figyelhető meg, mint takarás nélkül. A talaj laza, morzsalékos és jól levegőzött marad. A gyökereknek elég oxigén jut és a mikrobiális tevékenység is fokozódik (LAMONT 1993, HOCHMUTH et al. 2004).

Talajtakarást alkalmazva a tápanyagok kimosódásának mértéke lényegesen kisebb, mert egyrészt kevesebbet kell öntözni, másrészt az esővíz lefolyik a víz számára átjárhatatlan fólia felszínén. Így a talajtakaró fólia segít a tápanyagokat a gyökérszónában tartani (LOCASCIO et al. 1985).

További előny, hogy tisztább termést takaríthatunk be, mert a talaj nem verődik fel a termésre és a növényekre. Ez a hatás talajtakarást bakháttal együtt alkalmazva érvényesül legjobban, mivel a bakhát kiemelkedik a talajfelszínből (LAMONT 1993).

A polietilén fólia a gyökerek által és a szervesanyag lebontás során kibocsátott szén-dioxidot csak kis mértékben ereszti át, így az a fólia alól csak az ültetőlyukakon keresztül tud kiszabadulni, így egy ún. „kéményhatás” érvényesül a lyukak közelében, ami magasabb szén-dioxid szintet eredményez a növények számára (LAMONT 1993). SOLTANI és munkatársai (1995) kétszeres CO₂-koncentrációt mértek az ültetőlyukak fölött.

A fenti előnyökből adódóan korábbi, nagyobb mennyiségű és jobb minőségű termést érhetünk el talajtakarásos technológiával (BOSLAND - VOTAVA 2000).

Számos kutató ért el kísérletei során talajtakaró fóliával nagyobb termésátlagot a takarás nélküli kezeléshez viszonyítva például uborka (FARIAS-LARIOS et al. 1994), sárgadinnye (MAIERO et al. 1987), paradicsom (ABDUL-BAKI et al. 1992), cukkini (BHELLA - KWOLEK 1984), tojásgyümölcs (CARTER - JOHNSON 1988) és görögdinnye (BHELLA 1988) esetében. A termésmennyiség növekedésének mértéke a földrajzi elhelyezkedéstől, a talaj típusától, az alkalmazott talajtakaró fólia típusától és a növénykultúrától függött.

A talajtakaró fóliáknak azonban hátrányaik is vannak. Mivel a legtöbb fólia nem bomlik le, ezért a fő probléma az, hogy a fóliát el kell távolítani a területről a tenyészidő végén, mivel nem forgathatjuk a talajba és nem égethetjük el a területen, mert azzal szennyeznénk a környezetet. A fóliák felszedését általában kézi munkaerő segítségével végzik. A leszedett fóliák kezelésére, megsemmisítésére több módszer létezik. A legalapvetőbb mód a fóliák személtlerakó helyekre történő szállítása. Lehetséges az újrafeldolgozás (recycling) is. Egyes országokban már terjed az alkalmazása, de gondot jelent, hogy a fóliákat nyersanyag és szín szerint szét kell válogatni, mosni, szárítani kell őket. A talajtakaró fóliák gyakran szennyezettek kémiai szermaradványokkal, növényi és talajrészekkel (HEMPHILL 1993, LAMONT 1993, HOCHMUTH et al. 2004).

Lebomló fóliák alkalmazásával kiküszöbölhető a felszedés és a felszedés utáni kezelés problémája. A lebomló fóliáknak két típusa van: fény hatására, illetve biológiailag lebomlóak. A fény hatására lebomlóak esetében vas és réz kelátokat adnak a fóliához, melyek érzékennyé teszik azt az UV-sugárzással szemben, amely így egy indukciós periódus (meghatározott UV sugárzás elnyelése) után lebomlik. Esetükben problémát jelent, hogy az eltemetett szélek nem bomlanak le, a talaj felszínére kell kerülniük, hogy fény érje őket. A lebomlás időpontja függ a besugárzás intenzitásától, a hőmérséklettől, az évjáráttól, a természetett növénytől és a termesztéstechnológiától, így előfordulhat, hogy vagy túl korán, vagy túl későn bomlanak le. A biológiailag lebomló fóliák keményítőtől létrehozott biopolimerek, melyek mezőgazdasági terjedését magas árak korlátozza (HEMPHILL 1993, LAMONT 1993).

A talajtakaró fólia felhasználása megnöveli az adott növény termesztési költségét. Ez egyrészt a fólia árából adódik, másrészt abból, hogy a fólia felrakásához, a bakhát kialakításához, a palántázáshoz nagy terület esetén speciális gépekre van szükség. Tehát csak akkor szabad ezt a technológiát alkalmazni, ha a korábbi betakarításból, a nagyobb termésmennyiségből és a jobb minőségből származó bevétel ellensúlyozza a magasabb költségeket (LAMONT 1993, HOCHMUTH et al. 2004).

További hátránya lehet a talajtakaró fóliáknak, hogy nagy mennyiségű csapadék esetén a víz lefolyik róluk, nem nyelődik el, mivel a terület 50-75%-a a víz számára átjárhatatlan anyaggal, műanyag fóliával van takarva, és ez nagy mértékű talajerózióhoz vezethet. Az elfolyó víz pedig lemossa a fólia felszínéről a növényvédőszer-maradványokat. Ezen környezetre gyakorolt káros hatásai miatt a talajtakarás bizonyos szerzők szerint kevésbé számíthat fenntartható termesztési módnak (RALOFF 1999, RICE et al. 2001, RICE et al. 2004).

2.2.4. A talajtakaró fólia színének jelentősége

A fólia színe meghatározza annak optikai tulajdonságait (visszaverőképesség, elnyelőképesség és átteresztőképesség), ezért a különböző színű fóliák eltérő mértékben befolyásolják a talaj hőmérsékletét. A szín meghatározza a talajtakaró fólia felszíni hőmérsékletét és az alatta lévő talaj hőmérsékletét is, valamint a fóliák gyomelnyomó képességét. A gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott fóliaszín a fekete, az áttetsző és a fehér (HAM et al. 1993, LAMONT 1993).

A fólia színe módosítja továbbá a növény körüli mikroklímát. DECOTEAU és munkatársai (1990) kísérleteik során azt az eredményt kapták, hogy a talajtakaró fólia színe akkor is befolyásolta a paprika növekedését, ha a talajhőmérséklet hatását kizárták.

Világviszonylatban a legelterjedtebben alkalmazott fóliaszín a fekete. A fekete fólia elnyeli a beérkező napsugárzás UV, látható és infravörös tartományának nagy részét, és az elnyelt energia egy részét hővezetéssel (kondukción) átadja a talajnak, a megkötött energia másik része hőáramlás (konvekció) és sugárzás útján visszakerül a légkörbe. A fekete fóliával történő talajtakarás hatékonysága fokozható a hőátvitel feltételeinek optimalizálásával, vagyis a fólia és a talaj minél jobb érintkezésének a biztosításával, mivel a talaj hővezetőképessége viszonylag magas a levegőéhez képest. Ha a fóliát feszesen rakjuk fel, és így közvetlenül érintkezik a talajjal, akkor a fólia és a talaj között kialakuló légréteg a lehető legkisebb. Ha a fóliát lazán helyezük fel a talajra, akkor vastagabb légréteg alakul ki, ami miatt a hő lassabban jut el a fóliától a talajig, és így a fólia forró felületéről a hőenergia nagy része hőáramlással (konvekció) a légkörbe fog jutni, és elveszik a talaj számára (LAMONT 1993, TARARA 2000).

DÍAZ-PÉREZ és DEAN BATAL (2002) fekete fóliát alkalmazva 1,2 és 1,4 °C talajhőmérséklet növekedést mért 10 cm-es mélységben takaratlan talajhoz viszonyítva, LAMONT (1993) szerint pedig 1,7°C talajhőmérséklet növekedést lehet elérni fekete fóliával ugyanilyen mélységben. A fekete fólia gyomelnyomó képessége igen jó, mivel nem engedi át a fényt, a gyomok nem képesek növekedni alatta, így csak az ültetőlyukaknál számíthatunk gyomosodásra (BONANNO 1996). A kártevők száma általában magas a fekete fóliával takart területeken. Több tanulmány szerint a levéltetveket, tripszeket kimondottan vonzza a fekete fólia (LAMONT 1993, GREER - DOLE 2003).

Az áttetsző fólia felhasználása a hűvösebb éghajlatú területeken javasolható, mivel ez a típus melegíti fel legjobban a talajt. Az áttetsző fólia a beérkező napsugárzást 85-95%-ban áttereszt, a fólia átteresztőképessége annak vastagságától és az áttetszőségétől függ. Az áttetsző fólia alsó felszínére a víz gyakran cseppek (kondenzációs víz) formájában kicsapódik. Ez a víz átengedi a rövid-hullámú sugarakat, de nem engedi át a hosszú hullámú infravörös sugárzást (üvegházhatás), így azt a hőenergiát, ami takaratlan talaj esetén visszakerül a légkörbe infravörös sugárzás útján, az áttetsző fólia visszatartja (LAMONT 1993, GREER - DOLE 2003, KOVÁCS 2004). LAMONT (1993) szerint áttetsző fólia alkalmazásával 10 cm-es mélységben 3,3-5°C talajhőmérséklet növekedés érhető el takaratlan talajhoz képest.

Az áttetsző fólia alatti körülmények kedveznek a gyomok növekedésének, különösen a tenyészidőszak kezdetén, amikor meleg, nedves környezet alakul ki. A nyári időszakban az áttetsző fólia is rendelkezik gyomelnyomó hatással, ilyenkor ugyanis a fólia alatt olyan magas hőmérséklet és páratartalom alakul ki, hogy a gyomok föld feletti részei szinte megfőnek. A fólia alatt növő gyomok versenyeznek a természetett növényvel a tápanyagokért, a vízért és a helyért. A gyomok növekedése azonban korlátozott a fólia alatti hely szűkössége és a természetett növények árnyékoló hatása miatt. A gyomok okozta probléma nagyrészt kiküszöbölhető az ültetés előtt végzett egyszeres gyomirtással. Az átlátszó fóliához hasonlóan viselkednek a homok- és füstszínű, ún. fedett színű fóliák is (WATERER 2000, RACSKÓ 2002).

A fehér és az ezüstsínű (reflektív) fóliák kis mértékben csökkentik a talaj hőmérsékletét a takaratlan talajhoz képest, mivel a beérkező napsugárzás nagy részét visszaverik. LAMONT (1993) szerint 10 cm-es mélységben 0,4°C-kal csökkentik a talaj hőmérsékletét. Ezeket a fóliákat akkor használják, ha olyan területen akarnak pl. karfiolt vagy paradicsomot termesztetni nyáron, ahol túlzottan felmelegszik a talaj, és a hőmérséklet kis mértékű csökkentése is előnyös lehet (LAMONT

1993, GREER - DOLE 2003). Számos tanulmány szerint az ezüstszínű fóliák riasztják a levéltetveket és a tripszeket. Ha a vektorként szereplő rovarok száma csökken, csökkenni fog a vektorok által terjesztett vírusok átvitele is (KRING - SCHUSTER 1992, BROWN et al. 1993, CSIZINSZKY et al. 1995, CSIZINSZKY et al. 1997).

A talajtakaró fóliák viszonylag új csoportját képezik a fotoszelektív fóliák, amelyek szelektív fényáteresztő képességgel rendelkeznek. A fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) nagy részét elnyelik, az infravörös sugárzást pedig átvesztik, átmenetet képezve ezzel a fekete és az áttetsző fólia között. Talajfelmelegítő képességük a fekete és az áttetsző fólia közötti mértékű, gyomelnyomó képességük pedig a fekete fóliáéhoz hasonló. GREER (2003) szerint a fotoszelektív fóliák 3,3-4,4,°C-kal növelik a talaj hőmérsékletét. Alkalmazásuk előnyei ellenére sem széleskörűen elterjedt, mert drágábbak, mint a fekete fólia, és nehezen beszerezhetőek (LAMONT 1993, WATERER 2000, GREER 2003, MARKARIAN 2005).

A különböző színű (piros, kék, narancs, zöld, sárga) talajtakaró fóliák különböző hullámhossz tartományú sugárzást vernek vissza a növények lombzatába, ezáltal befolyásolhatják a növények fotoszintézisét és morfológiáját, valamint növelhetik a korai termésátlagot is. Színük hatással lehet bizonyos rovarok viselkedésére is (DECOTEAU 1989, LAMONT 1993, GREER 2003).

GRAHAM és munkatársai (1995) kísérleteket végeztek egy olyan fóliatípussal, ami a tenyésztési időszak folyamán megváltoztatja a színét. A fólia két rétegből áll. A felső réteg egy fény hatására lebomló fekete fólia, az alsó réteg pedig fehér fólia. A korai időszakban a fekete fólia felmelegíti a talajt, majd ahogy a fekete fólia a fény hatására elbomlik, a fehér fólia bukkan elő, ami pedig hűteni fogja a talajt. Olyankor érdemes használni, amikor a tenyésztési időszak elején a talaj melegítésére van szükség, majd később a talaj túlmelegedésének megakadályozására.

A talajtakaró fóliák termésmennyiségre és bevételre gyakorolt hatása a termesztett növénytől, az alkalmazott fólia típusától, az uralkodó környezeti és piaci viszonyoktól függően eltérő lehet, ezért a termelőnek az adott kultúrához és piaci helyzethez megfelelően kell megválasztania a fólia típusát (WATERER 2000).

2.3. Talajtakarás alkalmazása paprikatermesztésben

2.3.1. A paprika hőigénye

A paprika melegigényes növény, hosszú, fagymentes tenyésztési időszakra van szüksége ahhoz, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű termést érjen el. A paprika fagyérzékeny és 5-15°C között igen gyengén növekszik, fejlődésihőküszöb-értéke 10°C körül van, de az egyes fajták között ebben is található eltérések. Fagyponthoz alatti hőmérsékletet rövid ideig sem visel el, tartósan a fejlődési hőküszöb alatti vagy körüli hőmérséklet helyrehozhatatlan termésvesztést okoz (ZATYKÓ 1993, BOSLAND - VOTAVA 2000).

A paprika optimális hőigénye a különböző fejlődési stádiumoktól függően 25±7°C. A 4. táblázatban találhatóak a paprika fejlődése folyamán legmegfelelőbbnek tartott talaj- és léghőmérséklet értékek. A paprika 35°C felett nem köt. A szabadföldi paprikának Magyarországon kulcsfontosságú biológiai igénye a hőigény, amely tenésztési ideje nagyobb részében kielégítetlen marad (ZATYKÓ 1993), emiatt hazánkban is nagy jelentősége lehet olyan technológiák alkalmazásának, amelyek növelik a talaj hőmérsékletét, és ezáltal meghosszabítják a tenésztési időszakot. Ilyen technológia a talajtakarás és a bakhát. Paprikatermesztésben a bakhátat a talaj gyorsabb felmelegedése, vízelvezetésének javítása és a talaj eredetű megbetegedések előfordulásának csökkentése érdekében használják (VANDERWERKEN - WILCOX-LEE 1988, MOÓR 2000).

4. táblázat: A paprika hőigénye különböző fejlettségi stádiumban (ZATYKÓ 1993)

Fejlődési stádium		25+7°C		25°C		25-7°C	
		éjjel	nappal	éjjel	nappal	éjjel	nappal
Csírázáskor	talaj	+	+				
	levegő	+	+				
Szikleveles	talaj			+	+		
	levegő					+	+
Lombleveles	talaj			+	+		
	levegő			+	+		
Első kötések	talaj					+	+
	levegő					+	+
Felnőtt növény	talaj			+	+		
	levegő				+	+	

A levegő hőmérséklete éjszaka az optimumnál 5-10°C-kal kevesebb lehet, anélkül, hogy a paprika növényeket károsodás érné, a talaj hőmérsékletét azonban éjjel-nappal az optimális 25°C-on kell tartani (SOMOS 1981).

GOSSELIN és TRUDEL (1986) kísérleteket végeztek a paprika számára optimális talajhőmérséklet meghatározására. A konténerben termesztett növényeknek 12, 18, 24, 30 és 36°C-os állandó talajhőmérsékletet biztosítottak, és azt az eredményt kapták, hogy a száraztömeg és a levélfelület 24 és 30°C-os talajhőmérséklet esetén volt a legnagyobb, a bogyók tömege és a bogyók száma pedig 30°C-on. Ezen a talajhőmérsékleten a kötődött bogyók száma és a korai termésátlag csökkent, de a növények ezt későbbi nagyobb termésmennyiséggel kompenzálták. Az átlagos léghőmérséklet nappal 23°C, éjszaka 19°C volt a kísérlet alatt.

RYKBOST és munkatársai (1975) paprika és különböző zöldségnövények esetében azt vizsgálták, hogy a talaj hőmérsékletének növelése milyen hatással van a növények növekedésére és termésmennyiségére. 92 cm mélyen, egymástól 183 cm-re elektromos fűtőcsöveket helyeztek el a talajban, melyek a 0-100 cm-es talajréteg hőmérsékletét átlagosan 10°C-kal növelték. A 0-10 cm-es talajréteg hőmérséklet-növekedése kevesebb mint 3°C volt. A fűtött kezelés növényei a fűtetlen kezeléshez képest korábbi szedéskezdetet és 41%-kal nagyobb termést értek el.

2.3.2. Külföldi kísérletek

Számos kísérletet végeztek annak érdekében, hogy meghatározzák a különböző talajtakaró fóliáknak a paprikára gyakorolt hatását. A teljesség igénye nélkül megemlítek néhányat (5. táblázat).

5. táblázat: Különböző talajtakaró fóliák hatása a paprikára

Fólia típusa	Hely	Biológiai hatás	Környezeti hatás	Forrás
fekete, ezüst (reflektív)	USA, Chase, Louisiana	ezüst talajtakaró fóliát alkalmazva szignifikánsan nagyobb piacképes termés, mint fekete fóliával és takarás nélkül		PORTER - ETZEL (1982)
fekete	USA, Riverhead, New York	nagyobb növénymagasság és lombátmérő; korábbi virágzás, nagyobb korai termés	talajnedvesség megőrzése	VANDERWERKEN - WILCOX-LEE (1988)
piros, fekete, sárga, fehér	USA, Florence, Dél-Karolina	piros: a növények magasabbak és nagyobb a száraz tömegük, mint a másik 3 kezelés esetében	fehér és sárga: több visszavert fotoszintetikusan aktív sugárzás, mint fekete és piros esetén fekete és piros: magasabb talajhőmérséklet	DECOTEAU et al. (1990)
fehér, ezüst, fotoszelektív, fekete, piros, áttetsző	USA, Clemson, Dél-Karolina	fehér: legnagyobb, áttetsző legalacsonyabb növekedési erély és termés	eltérő visszavert sugárzás fehér: legalacsonyabb talajhőmérséklet, áttetsző: legmagasabb talajhőmérséklet	HATT et al. (1994)
fekete	USA Dél-Oklahoma	napégés (alacsonyabb termésátlag)	magasabb talaj- és lombhőmérséklet	ROBERTS - ANDERSON (1994)
fehér, ezüst	Jáva, Indonézia, Malajzia	mindkét fólia csökkentette a tripsz fertőzést és a vírusmegbetegedések később jelentkeztek		VOS et al. (1995)
áttetsző	Spanyolo., Saragossa, helyrevezetés	1) csökkent állománybiztonság (késői vetés) 2) magasabb termés (korábbi vetés)	1) túl magas talajhőmérséklet 2) magasabb talajhőmérséklet	CAVERO et al. (1996)
kék, zöld, fekete	Mexikó, Coahuila	legnagyobb szárátmérő, növénymagasság és termés a kék fólia esetén		VELASQUEZ - IBARRA (1998)
áttetsző (1), fekete (2), fotoszelektív (3)	Kanada, Saskatchewan	erőteljes gyomosodás (1), gyomelnyomó hatás (2, 3); gyomosodás ellenére áttetsző eredményezte a legnagyobb termést		WATERER (2000)
piros, ezüst, fekete	USA, Bozeman, Montana	a fóliák a takaratlan kezeléshez viszonyítva befolyásolták a mellégyökerek számát, de a gyökérrendszer felépítését nem		GOUGH (2001)

VELÁSQUEZ és IBARRA (1998) háromféle fotoszelektív talajtakaró fóliát vizsgált paprikánál. A szárátmérő kisebb, a növények pedig alacsonyabbak lettek takarás nélkül, mint fóliatakarással. A termésmennyiség is takarás esetén lett több. A három fólia közül a kék színű szerepelt legjobban. A kísérletet Mexikóban 1640 m-es tengerszint feletti magasságon végezték el, szubtrópusi éghajlaton.

HATT és munkatársai (1994) szintén szubtrópusi területen tanulmányozták a talajtakaró fóliák hatását a talaj hőmérsékletére. Az átlátszó fólia alatt 52°C, a fekete fólia alatt 45°C, a fehér fólia alatt 32°C maximális talajhőmérsékletet mértek 5 cm mélyen a talajban. Fehér fóliatakarás esetén kapták a legerősebb vegetatív növekedést és a legnagyobb termésátlagot. Átlátszó fóliatakarással növekedtek leggyengébben a növények, és ekkor adták a legkisebb termést.

GOUGH (2001) kísérleteiben piros, ezüst színű és fekete talajtakaró fóliákat alkalmazott paprikánál. Mindegyik fólia növelte az oldalgökerek mennyiségét a takaratlan kezeléshez viszonyítva.

A világ azon paprikatermesztő területein, ahol a kiültetés időpontjában alacsony a talaj hőmérséklete, az alacsony hőmérséklet miatt rövid a tenyészidő, vagy a korai terméssel nagyobb árbevétel érhető el, gyakran alkalmaznak talajtakaró fóliát a talaj hőmérsékletének növelésére (BOSLAND - VOTAVA 2000, WATERER 2000).

Talajtakaró fóliát paprikatermesztésben az 1960-as évek elejétől használnak. Paprika esetén is jelentkeznek a fóliatakarás előnyei. A takarást gyakran csepegtető öntözéssel kombinálják, így még nagyobb termésmennyiséget tudnak elérni. A magasabb bekerülési költséget ellensúlyozza a több termés, a gyomelnyomó képesség és a hatékonyabb vízhasznosulás (BOSLAND - VOTAVA 2000).

2.4. A szabadföldi paprika tápanyag-utánpótlása

2.4.1. A szabadföldi paprika tápanyagigénye

A paprika közismerten tápanyagigényes növény (ZATYKÓ 1993), tápanyag-utánpótlása terén azonban bizonyos ellentmondást tapasztalhatunk. A paprika ugyanis egyrészt tápanyagokban gazdag talajt igényel, másrészt azonban rendkívül sóérzékeny. A fehér termésű paprikákat 1,7-1,8 mS/cm értéknél magasabb EC-jű talajon nem érdemes termesztani. A műtrágyázás pedig a talaj sótartalmának emelkedésével jár együtt. Ez az ellentmondás feloldható gyakori, de kisadagú műtrágyázással, amivel elérhető, hogy a talajoldatban a könnyen hasznosítható tápanyagkészlet kiegyenlített legyen, ugyanakkor a sóérték a felső értékhatárt átmenetileg se haladja meg (TERBE 1995a). Ezzel szemben egyszeri, nagyadagú trágyázás esetén lényegesen nagyobb a tápanyagok kimosódásának és leköttetésének veszélye, így rosszabbul hasznosulnak. A folyamatos tápanyag-utánpótlás azonban más szempontból is előnyös. Alkalmas arra, hogy mindig a növény pillanatnyi igényének megfelelő tápanyag-összetételű tápoldattal lássuk el a növényeket (FODOR 1997).

Az egyes tápelemek különböző funkciókat látnak el, melyeket az alábbiakban foglalhatunk össze. A nitrogén jelentősége elsősorban a vegetatív növekedésben van, de meghatározó a szerepe mind a termésmennyiség, mind a termésminőség vonatkozásában is. Gyakorlati tapasztalatok szerint a palántázás utáni enyhe N-hiány előidézése előnyös, mert biztonságosabbá válik a termések kötődése. A foszfor elsősorban a generatív fejlődésben és a gyökérbővízben játszik fontos szerepet, az energiaforgalom alapvető elemeként a növény egész fejlődésében meghatározó. A kálium szerepe főként az életfolyamatok szabályozásában és a termés megfelelő minőségének kialakításában van. A kalcium elsősorban a levélben felhalmozódó elem, de hiánya a bogyó csúcsrothadását okozza. A magnézium a zöld színtestek építőeleme (ZATYKÓ 1993, HORINKA 2000, GYÚRÓS 2004).

A paprika a különböző tápelemeket természetesen eltérő mennyiségben veszi fel. OLSEN és társai (1993) a paprika által felvett tápanyagmennyiségeket vizsgálták Ausztráliában, és azt az eredményt kapták, hogy a növények K-ból igényeltek legtöbbet, aztán következett a N, a Ca, a Mg, a S és a P. SANTIAGO és társai (1985) hasonló eredményeket kaptak: a paprika növények ebben az esetben is legnagyobb mennyiségben a káliumot igényelték, ezt követte a N, a Ca, a P és a Mg. Szintén nagyon hasonló eredményt közöltek MARCUSSI és társai (2004), a kiültetés utáni 140. napig a N és a K volt a legnagyobb mennyiségben felvett elem, ezeket követte a Ca, a Mg, a S és a P. A paprika a kiültetés utáni 140. napig felvett makroelemek mennyiségének csupán 8-13%-át vette fel a kiültetés utáni 60. napig. A kiültetés utáni 61. és 100. nap között K-ot vett fel legnagyobb mennyiségben a növény. BOSLAND és VOTAVA (2000) szerint a paprika számára a legfontosabb tápelem a N és a K, ugyanakkor más növényekkel – hagyma-, saláta-, káposztafélék – ellentétben kevésbé reagál a P-ra.

A felvett tápanyag mennyiségének ismerete egyedül azonban nem elegendő ahhoz, hogy tudjuk, milyen mennyiségben kell azt kijuttatni. Ehhez szükség van a hasznosulás mértékére is. Tehát a kijuttatandó tápanyagmennyiség megtervezéséhez szükséges ismerni a tervezhető

termésmennyiséget és az egyes tápanyagok hasznosulásának mértékét, azaz a tápanyag hasznosulási %-ot. A hagyományos tápanyag-utánpótlási módszer esetében a tervezett termésmennyiség és a paprika fajlagos tápanyagigénye alapján számolták ki a kijuttatandó tápanyag mennyiséget (ZATYKÓ 1993). A paprika fajlagos tápanyagigénye 1 t termésre vonatkoztatva 2,4 kg N, 0,9 kg P₂O₅ és 3,5 kg K₂O (TERBE et al. 2004). Fontos azonban megjegyezni, hogy az intenzív szabadföldi termesztésben már a tápoldatos tápanyagutánpótlás kerül előtérbe (GYÚRÓS 2002), ahol a tápanyaghasznosulás mértéke nagyobb lehet, sőt több termés érhető el, mint a hagyományos módszer esetében (BAR-YOSEF 1999).

2.4.2. Az intenzív szabadföldi paprikatermesztés tápanyag-utánpótlása

Az intenzív zöldségtermesztésben jelentős fejlődés tapasztalható a tápanyag-utánpótlás terén. Egyre több termelő veszi igénybe a talajvizsgálatokon alapuló szaktanácsadást, és a tápanyagokat tápoldat formájában juttatják ki, ezzel javul a műtrágyák hatékonysága, és lehetővé válik a tápoldat N:P:K összetételének a növények fejlődési szakaszaihoz történő igazítása. Ugyanakkor a tápoldatozás mellett továbbra sem csökkent a kijuttatott szerves trágya mennyisége, és egyre inkább növekszik a retardált (szabályozott- és lassú tápanyag leadású) és a komplex műtrágyák szerepe is. A magas szintű tápanyag-utánpótlásban a – már szinte nélkülözhetetlen – kézi műszerek (pl. pH-, EC- mérők) alkalmazása is egyre jobban terjed a termelők körében (TERBE 1998, TERBE 2002).

Magyar gyakorlat

A szabadföldi paprika tápoldatozása hazánkban viszonylag új módszernek számít, konkrét, e módszerrel foglalkozó publikált, magyarországi kísérleteket nem találtam, ezért a hazai gyakorlatot a különböző természetű helyekről szóló beszámolók, illetve műtrágyát forgalmazó cégek ajánlásai alapján tudom bemutatni.

Kaba környékén mintegy 100 hektáron termesztettek szabadföldön pritamin-, kaliforniai- és kápia típusú paprikát. A tápanyag-utánpótlást a talajvizsgálati eredmények és a tervezett termésmennyiség függvényében végezték. Eszerint 160 kg N, 100 kg P, valamint 200 kg K hatóanyagot adtak ki. Ebből az őszi alaptrágyázáskor a P 90%-át és a K 50%-át juttatták ki, míg a tavaszi indítótrágyázás során a N 20%-át, a P fennmaradó 10%-át és a K 25%-át. A maradék N-t és K-t a tenyészidőszak folyamán tápoldatozás formájában adták ki, melyet hetente 30 l Magmix-szel egészítettek ki. Június végén 100 kg Ca(NO₃)₂-ot, augusztus végén pedig ugyanennyi KNO₃-ot juttattak ki hektáronként. Egy hektárról átlagosan 40 t termést takarítottak be (SZTÁRAY 2001, szóbeli közlés).

Szabadszálláson 16,6 hektáron termesztettek szabadföldön paradicsomalakú paprikát. A tápanyag-utánpótlás során indítótrágyaként a műtrágyát szuszpenzió formájában juttatták ki, hektáronként 600 kg-ot, ami 67 kg N, 54 kg P₂O₅ és 95 kg K₂O-nak felelt meg. A fejtrágyázást csepegtető öntözésen keresztül oldották meg és a különböző fejlődési fázisoknak megfelelően eltérő összetételű műtrágyákat használtak. Az egész tenyészidőszak alatt összesen 138 kg N-t, 48,5 kg P₂O₅-ot, 102 kg K₂O-ot, 10 kg MgO-ot és mikroelemeket juttattak ki hektáronként. Az összes termőfelület átlagában közel 37 t/ha termést takarítottak be (MOÓR - HORVÁTH 2001).

A hazai műtrágya-forgalmazó cégek a különböző kultúrákra, így paprikára is állítanak össze tápoldatozási recepteket, fontos azonban megemlíteni, hogy paprika esetében elsősorban hajtatási célra. Kimondottan szabadföldi célra összeállított tápoldatozási receptet TÓTH (2000) és HORINKA (2000) közlésében találtam. Az általuk ajánlott tápoldatrecepteket foglalom össze a 6. táblázatban. Mindkét szerző 50 t/ha tervezett termésátlaggal számolt. HORINKA (2000), TÓTH-tal (2000) ellentétben nem adott meg összes NPK mennyiséget, ezért a jobb összehasonlíthatóság kedvéért a TÓTH (2000) által megadott időszakokat felhasználva kiszámoltam ebben az esetben is. Fontos

megemlíteni, hogy mindkét szerző nagyobb műtrágya adagokat ajánlott, mint a SZTÁRAY (2001, szóbeli közlés), MOÓR és HORVÁTH (2001) által bemutatott gyakorlatban láthattuk.

6. táblázat: Szabadföldi paprikára ajánlott tápoldatozási receptek (TÓTH 2000, HORINKA 2000)

Fenofázisok		TÓTH	HORINKA Alaptrágyázott talajon
Ültetés után	N:P:K	1:1:1	1:2:1
	N kg/ha/nap	2 10 napon át	2
Terméskötésig	N:P:K	2:1:2	1,5:0,3:1
	N kg/ha/nap	3-3,5 25 napon át	3-3,5
Termésnövekedés	N:P:K	2:1:3	1,5:0,2:1
	N kg/ha/nap	3,6 50 napon át	3,5
Szedési időszak	N:P:K	2:0:3	1:0,3:1,5 vagy 1:0:1,5
	N kg/ha/nap	2,5 15 napon át	2
Σ N-P-K mennyiség		310-145-415	305-80-235

A paprika fenofázisok szerinti eltérő tápanyagigényének megfelelően a receptekben 4 különböző szakaszt különítenek el. Az első fejlődési szakasz a kiültetés utáni időszak, amikor a fő cél a megfelelő begyökeresedés, ehhez általában foszfor túlsúlyos műtrágyát használnak. Ebben az időszakban a legkisebb a szükséges tápanyagmennyiség, hiszen a növények még viszonylag fejletlenek. A következő szakasz a terméskötésig tart, itt már kiegyensúlyozott a N:K összetétel, és a kijuttatott műtrágyaadag is nagyobb. A harmadik szakasz a terméskötéstől a termés kifejlődéséig tart. A N felvétel a zöldtömeg növekedésével arányosan emelkedik, nagyobb ütemű N hasznosítás a bogyók növekedésével indul meg (TERBE 1999). Ekkor már arra kell törekedni, hogy méretben minél nagyobb, minőségben pedig minél jobb legyen a termés. Ennek megfelelően ebben a szakaszban kálium túlsúlyos műtrágyázás figyelhető meg, ami a TÓTH (2000) által javasolt receptben is jól tükröződik. Az utolsó szakasz a szedési időszak, ekkor már a foszfor teljesen, vagy majdnem teljesen eltűnik a kijuttatott műtrágya adagokból.

A fenti források és személyes információk alapján elmondható, hogy hazánkban az intenzív szabadföldi paprikatermesztés tápanyag-utánpótlása alapvetően három fő szakaszra bontható. Az első az őszi szervezetrágyázás, ezt tavasszal egy talajvizsgálatokon alapuló indító műtrágyázás követi, valamint a tenyészidőszak alatt folyamatosan, hetente vagy akár heti több alkalommal történő tápoldatozás, amit csepegtető öntözőrendszeren keresztül valósítanak meg különböző műtrágya-forgalmazó cégek receptjei, vagy annak kismértékű módosítása alapján.

Külföldi kutatások

A paprika szabadföldi tápoldatozásos termesztése külföldön már jóval elterjedtebb, mint hazánkban. Mivel a csepegtető öntözési módszert is Izraelben kezdték először alkalmazni, így a tápoldatozással kapcsolatos kutatások is ott jelentkeztek elsőként. SAGIV (1999) és BAR-YOSEF (1999) Izraelben végzett kísérletükben alkalmazott NPK adagokat a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat: Paprika tápoldatozásában használt NPK adagok, izraeli kísérletekben
(SAGIV 1999, BAR-YOSEF 1999)

	SAGIV			BAR-YOSEF		
	N	P	K	N	P	K
Nap	kg/ha*nap					
1-10	0,1	0,01	0,01	0,1	0,01	0,1
11-20	0,6	0,1	1	0,5	0,1	0,9
21-30	2,3	0,25	4	1,5	0,1	1,25
31-40	4	0,35	7	1,6	0,2	1,25
41-50	4,5	0,4	7	1,7	0,25	2,5
51-60	5,5	0,2	8	1,6	0,35	4,5
61-70	6	1	8	1,7	0,45	5
71-80	2	0,2	3	2,6	0,35	4,5
81-90	1	0,5	3	2,8	0,35	5
91-100	4	0,5	8	2,5	0,35	3,5
101-110	1	0,2	6	2,5	0,25	5
111-120		0,1	1	1,5	0,25	5,5
121-130		0,1	0,3		0,1	
131-150	7	0,3	0,8			
Összesen	380	42	580	205	31	370

A fenti adatokból is jól látszik, hogy kezdetben alacsonyabb, később nagyobb NPK adagokat alkalmaztak. Annak ellenére, hogy mindkét kísérletet kaliforniai típusú paprikával végezték, egymástól igen eltérő adagokat használtak.

Az izraeli kísérletek mellett számos - ezzel a témával foglalkozó - publikációt találtam a külföldi irodalomban, melyeket a 8. táblázatban foglaltam össze. Sajnos ezeknek a kutatásoknak egy része olyan folyóiratokban jelent meg, melyek Magyarországon számomra nem voltak elérhetőek, ezért a számítógépes adatbázisokban fellelhető összefoglalók alapján dolgoztam. Megpróbáltam mindegyikből kigyűjteni, milyen rendszerességgel tápoldatoztak és az alkalmazott kezelések közül melyeket találták optimálisnak, illetve egyéb, az alkalmazott fajtára, a termőhelyre és a termesztési módra vonatkozó fontosabb adatokat is feltüntettem. Ahol az egyes információkat nem találtam, ott a táblázatot kitöltetlenül hagytam.

8. táblázat: A szabadföldi paprika tápoldatozásával foglalkozó külföldi kísérletek összefoglalása

Forrás	Tápoldatozások gyakorisága	Optimális adag (kg/ha)	Egyéb információ
SHUKLA et al. 1987		180 N (0-180 N)	India Kaliforniai típus
CRESPO et al. 1988	11 alkalommal	300 N (150, 300, 500 N)	Puerto-Rico Cubanelle fajta Mulgcszott
OLSEN et al. 1993	10 alkalommal	210, 280 N (0-280 N)	Szubtrópusi Ausztrália

HARTZ et al. 1993	Hetente	252 N (0-336 N)	Kalifornia Capistrano fajta
CARBALLO et al. 1994		266 N 309 K	Mulcsozott
BRACY et al. 1995	10 alkalommal	270 N	Louisiana Kaliforniai típus
NEARY et al. 1995	11, illetve 22 naponként	203 N homokon 166 N vályogon	New Jersey
STORLIE et al. 1995	11-22 naponta	193 N 77 P 147 K	New Jersey Kaliforniai típus
FLORES et al. 1999		160, 180, 200 N	Mexikó Anaheim típus Mulcsozott
TEI et al. 2000		310 N	Olaszország Heldor fajta
DIAZ et al. 2000		160-197 N 42-72 P 90-168 K	

Az alábbi kutatási eredmények értékelésekor fontos megjegyezni, hogy zömében biológiailag beérett állapotban betakarított paprikára vonatkoztak, tehát ezeket leginkább a paradicsomalakú vagy kápia típusú paprikákkal lehet összehasonlítani. Ugyanakkor azt is figyelembe kell venni, hogy a legtöbb külföldi kísérletet a magyarországinál melegebb éghajlaton végezték. Azokban az irodalmakban, ahol termésátlagot is közöltek, jóval kisebb eredményt kaptak, 17-18 t/ha-t (FLORES et al. 1998), mint a magyarországi gyakorlatban (MOÓR 2001, SZTÁRAY 2001, szóbeli közlés). A 8. táblázatból is jól látszik, hogy a hazai gyakorlattól eltérően jóval ritkábban, a tenyésztési időszak folyamán 10-11 alkalommal történt tápoldatozás. A külföldi irodalomban ajánlott N adagok közel megegyeznek a hazai gyakorlatban (MOÓR 2001, SZTÁRAY 2001, szóbeli közlés) alkalmazottakkal, de kisebbek, mint amelyet a műtrágya-forgalmazó cégek ajánlanak. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy a kísérletek során SHUKLA (1987), OLSEN (1993), BRACY (1995), valamint NEARY (1995) a legnagyobb N adagokat találták optimálisnak. Voltak olyan kutatások is, például CARBALLO et al. (1994), ahol a termésmennyiségben nem találtak különbséget, de a minőséget tekintve a legnagyobb N-K adag volt a legjobb.

2.5. A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák

Régóta ismert tény, hogy a hagyományos, a kijuttatás után a talajban szinte azonnal feloldódó műtrágyák alkalmazása számos termesztési, illetve környezetvédelmi jellegű problémát idézhet elő. Egyszeri, nagyobb adagú alkalmazásuk sókártételt okozhat, különösen sóérzékeny növények (mint például paprika) esetében. Ezért általában fejtrágyázásra is szükség van, ami további költségeket jelent. Ezen kívül a hagyományos műtrágyák használatával a tápanyag-hasznosulás mértéke viszonylag alacsony, és a fel nem vett tápanyagok különböző környezetszennyező hatásokat okozhatnak. Ilyen például a nitrát feldúsulása a talajvizekben, a talajból a légkörbe jutó dinitrogén-oxid ózon-károsító hatása, a természetes vizek foszfát okozta

eutrofizációja vagy az agyagásványok kálium és ammónium okozta degradációja (SHAVIV - MIKKELSEN 1993).

A hagyományos műtrágyák okozta káros hatások többsége a tápanyagok szinte azonnali feloldódására vezethető vissza. Ha a kijuttatást követően nem azonnal, hanem fokozatosan válnak felvehetővé a tápanyagok, akkor e hátrányok zöme kiküszöbölhető (SHAVIV - MIKKELSEN 1993). Ezt a célt szolgálják a lassított hatású, vagy idegen szóval retardált műtrágyák, amelyeket két nagy csoportra szoktak osztani: lassú lebomlású, illetve szabályozott tápanyagleadású műtrágyákra (TRENKEL 1997).

A lassú lebomlású műtrágyák elsősorban kémiai szerkezetüknél fogva nem vehetők fel azonnal. Tápanyagaik feltáródásában kémiai és mikrobiológiai folyamatok játsszák a főszerepet (TRENKEL 1997). Ebbe a csoportba tartoznak a karbamid-formaldehid kondenzátumok.

A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák esetében a tápanyagok valamilyen más anyaggal vannak beburkolva. Ez a burkolat fizikai korlátot képez az oldódás útjában, így e műtrágyacsoport esetében a tápanyagok feltáródását szinte kizárólag fizikai folyamatok szabályozzák, a talaj hőmérsékletén és víztartalmán kívül csak a burkolat összetétele és vastagsága befolyásolja a folyamatot. Ennek megfelelően a tápanyagfeltáródás mértéke és módja sokkal precízebben szabályozható, mint az előző csoport esetében (GANDEZA - SHOJI 1992, TRENKEL 1997, SAIGUSA 1999).

A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák közé zömében különböző polimer burkolatú termékek sorolhatók (TRENKEL 1997). Bár léteznek egy és két hatóanyagú termékek is (SAIGUSA, 1999), a nálunk kapható szabályozott tápanyagleadású műtrágyák szinte kivétel nélkül összetett (NPK, illetve NPK+Mg), illetve komplexnek nevezhető műtrágyák (NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK, TERMÉSNÖVELŐ ANYAGOK 2002). Ez utóbbiak a Ca kivételével a növények számára szükséges összes tápelemet tartalmazzák.

A felhasználás szempontjából a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák legfontosabb tulajdonsága a tápanyagleadás hatástartama és módja. A hatástartam a burkolat összetételének változtatásával igen tág határok között alakítható (GANDEZA - SHOJI 1992, TRENKEL 1997). A gyártók által a csomagoláson feltüntetett hatástartam általában azt jelenti, hogy adott hőmérsékleten az adott műtrágya mennyi idő alatt adja le tápanyagtartalmát, általában N-tartalma 80%-át (TRENKEL 1997). Ez a referencia hőmérséklet gyártónként változhat, például a Haifa Chemical és a Scotts esetében 21°C (SCOTTS CO. É.n.a, HAIFA CHEMICALS LTD. É.n.), míg a Chisso és az Asahi Kasei esetében 25°C (GANDEZA - SHOJI 1992, SAIGUSA 1999). Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a különböző tápanyagok feltáródási sebessége között különbség van, a három makroelem közül a nitrogéné a leggyorsabb, míg a foszforé a leglassabb. Ugyancsak fontos tudnivaló, hogy e műtrágyák esetében a feltáródás sebessége – a növényi életfolyamatokhoz hasonlóan – a hőmérséklet emelkedésével exponenciálisan növekszik (GANDEZA - SHOJI 1992).

Aszerint, hogy az adott hatástartam alatt milyen ütemben táródnak fel a tápanyagok, három típust szoktak elkülöníteni (TRENKEL 1997). A lineáris típus esetében fokozatosan, az exponenciális típusnál kezdetben több és később kevesebb, míg a szigmoid típusúnál kezdetben kevés, majd egyre több tápanyag táródik fel (SCOTTS CO. É.n.b).

A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák használatának számos előnye van. Egyenletesebb tápanyagleadásuknak köszönhetően kisebb stresszt okoznak a növényeknek, így lehetségessé válik, hogy egy alkalommal juttassuk ki az egész tenyészidőre szükséges tápanyagmennyiséget, megspórolva ezzel a tápoldatozások költségét. A különböző hatástartamú és feltáródási típusú készítményekkel a tápanyagleadás üteme a növények felvételi igényéhez igazítható. Ezáltal javul a tápanyaghasznosulás, és ezzel párhuzamosan csökken a környezetszennyezés mértéke (SHAVIV - MIKKELSEN 1993, TRENKEL 1997, SAIGUSA 1999, SHAVIV 2000).

A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák egyik leghátrányosabb tulajdonsága a magas ár. Országtól függően 2-10-szer többbe kerülhetnek, mint burkolatlan társaik (TRENKEL 1997). Használatuk során az egyik legnagyobb hátrányként említhető, hogy csak ezeket a műtrágyákat alkalmazva nincs lehetőségünk a növény igényeiben előre nem látható módon bekövetkező

változásokra reagálni. További hátrányként jelentkezik, hogy újszerűségükből adódóan e műtrágyák használatának tudományos, technikai és szabványi háttere nem kellően kidolgozott. A fizika és a kémia törvényeinek megfelelően a tápanyagok egy kis része benne marad a burkolatban, valamint a burkolat anyaga visszamaradhat a talajban. Ez utóbbi hátrány kiküszöbölésére újabban már fényre bomló burkolatokat is alkalmaznak (TRENKEL 1997, SHAVIV 2000).

A lassú lebomlású, illetve szabályozott tápanyagleadású műtrágyák ma még az egész világon viszonylag kis mennyiségben kerülnek felhasználásra, 1996-ban a világon felhasznált összes műtrágyamennyiség 0,15%-át tették ki. Leginkább az Egyesült Államokban és Japánban használnak belőlük számottevő mennyiségeket (TRENKEL 1997). Felhasználásuk elsősorban olyan területekre korlátozódik, ahol a műtrágyaköltség viszonylag elhanyagolható az összes költséghez képest. Így leginkább díszfaiskolákban, üvegházi dísznövénytermesztésben, sportgyepek fenntartásában, otthoni hobby kertészkedésben, szamóca, illetve citrus ültetvényekben, valamint intenzív zöldségtermesztésben jellemző a használatuk (MAYNARD - LORENZ 1979, SHARMA 1979, TRENKEL 1997).

A hazánkban évente felhasznált mennyiség becslések szerint mintegy 250 tonna. Nálunk is elsősorban díszfaiskolákban, cserepes dísznövények nevelésében, illetve palántanevelésben használják ezeket a műtrágyákat (OMBÓDI 2000).

A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák zöldségtermesztésben való használhatóságát a nemzetközi kutatások és ajánlások alapján három fő területre oszthatjuk. A zöldségfélék palántanevelésében való felhasználásuk mind nemzetközileg, mind hazánkban (OMBÓDI - KASSAI 2002) bevált gyakorlat. HOCHMUTH (1992) szerint e műtrágyák alkalmazásának egyik legperspektivikusabb területe a nagy termelési értékű zöldségfélék termesztése. Több kísérletben is biztató eredményt kaptak a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák intenzív zöldségtermesztésben való felhasználása során (LORENZ et al. 1972, LOCASCIO et al. 1981, CSIZINSZKY 1994). Számos kutatás szerint lassú lebomlású, illetve szabályozott tápanyagleadású műtrágyák felhasználásával javítható egyes levélzöldségek beltartalmi minősége, csökkenthető nitrát- és oxálsav tartalmuk, miközben növelhető C-vitamin tartalmuk (ARCE et al. 1996, TAKEBE et al. 1996, BELLINGO et al. 1997, OMBÓDI et al. 2000). A gyakorlatban ezt a célt szolgáló alkalmazásuk még nem elterjedt.

2.5.1. Retardált műtrágyák használata szabadföldi paprikatermesztésben

A paprika ugyan világszinten nem annyira fontos zöldségnövény, mint hazánkban, mégis számos helyen próbálkoztak lassú lebomlású, illetve szabályozott tápanyagleadású műtrágyák használatával paprikatermesztésben.

EVERETT (1977) kísérletei során három különböző kezelést alkalmazott kaliforniai típusú paprikán Floridában egy nedvesebb őszi és egy szárazabb tavaszi időszakban. Az első kezelésben a kijuttatott összes hatóanyagot szabályozott tápanyagleadású műtrágya (SZTM) szolgáltatta, a második kezelésben a műtrágyamennyiség 50%-a volt SZTM, a harmadik kezelésben csak hagyományos műtrágyát (azonnal oldódó ammónium-nitrát és kálium-nitrát) alkalmazott. A műtrágyákat minden esetben egyszerre juttatta ki, tehát nem volt fejtrágyázás. A kísérlet során megfigyelte, hogy a korai növekedés szempontjából az volt a legjobb, ha a szabályozott tápanyagleadású műtrágyát az ágyás közepére egy vékony sávban, 5 cm-rel a talajfelszín alá adta ki. Tapasztalatai azt mutatták, hogy – különösen a száraz tavaszi időszakban – abban a kezelésben, ahol SZTM-et használt, jóval több kiültetett palánta maradt meg, mint amikor hagyományos műtrágyát alkalmazott. Eredményül azt kapta, hogy a termésátlag 100%-ban és 50%-ban SZTM-et használva egyforma volt, ugyanakkor mindkettő esetében szignifikánsan nagyobb volt, mint hagyományos műtrágyát használva.

LOCASCIO és társai (1981) két éven keresztül kaliforniai típusú paprikán végezték a lassú lebomlású műtrágyák – kén burkolatú urea (SCU), izobutilén-diurea (IBDU), urea-formaldehid (UF) – és a karbamid összehasonlító vizsgálatát. A kísérleteket takart és takaratlan állományon végezték, a műtrágyákat pedig szórtan, illetve sávosan juttatták ki. A kísérlet során azt az eredményt kapták, hogy a műtrágyák szórt kijuttatásával, valamint talajtakarással jobb

eredményeket lehetett elérni. A nitrogén formája, illetve az egyszerre kijuttatott mennyiség mindkét évben befolyásolta a termésmennyiséget. Az első évben a legjobbnak az IBDU, illetve a karbamid bizonyult, míg a második évben az SCU-val és az IBDU-val érték el a legnagyobb terméseredményeket. Mindkét évben az UF bizonyult a legrosszabbnak. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a nagyobb termésmennyiség annak köszönhető, hogy a lassú lebomlású műtrágyák folyamatos nitrogén ellátást biztosítottak az egész tenyészidőszak alatt a növények számára.

CSIZINSZKY (1994) polimer burkolatú NPK műtrágya (Osmocote) hatását vizsgálta kaliforniai típusú paprikán Floridában. A kísérlet során az Osmocote műtrágyát sávosan juttatta ki az ágyak közepére oly módon, hogy az összes kiadott nitrogén és kálium 0, 25, 50, illetve 75%-a származzon e műtrágyából. A fennmaradó műtrágyamennyiséget pedig hagyományos műtrágyával, tehát ammónium-nitrát és kálium-nitrát formájában adta ki. A kísérlet eredményeként a korai terméshányadban az a kezelés mutatkozott a legjobbnak, amelynél a műtrágyamennyiség 50%-át Osmocote formájában juttatta ki. Ebben az esetben a végső termésátlag közel 20%-kal volt jobb, mint a kontroll (0%), e jelentős eltérés ellenére a kísérletben mégsem mutatkozott statisztikailag szignifikáns különbség a kezelések terméseredményei között.

Bár a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák esetében a hatóanyagok közül főként a nitrogénre nézve végeztek kísérleteket, HOCHMUTH és társai (1994) a szabályozott tápanyagleadású kálium műtrágya hatását is vizsgálták Floridában. Eredményül azt kapták, hogy pozitív hatással volt a paprika termésére e műtrágya beillesztése a tápanyag-utánpótlási rendszerbe.

MIYASHITA és SHIOBARA (1997) Japánban szórtan kijuttatott, 70%-ban szabályozott tápanyagleadású műtrágyát tartalmazó keveréket hasonlítottak össze 140 napos hatástartamú szigmoid típusú poliolefin burkolatú NPK műtrágyával, amelyet a palánta cserépébe adtak ki 25-50%-kal csökkentett mennyiségben. A kezelések között nem volt szignifikáns különbség. Mivel a poliolefin burkolatú műtrágyát kisebb mennyiségben adták, a N felhasználás hatékonysága számottevően javult. Azok a palánták, amelyek a cserépbe kapták meg az összes műtrágyamennyiséget, fejlettebbek voltak, mint a hagyományos palánták, és ennek köszönhetően nagyobb volt a korai terméshányad is.

OMBÓDI és SAIGUSA (2000) három évig folytatott kísérleteket japán típusú zöld termésű paprikával Japánban. Hagományos műtrágyák használatát hasonlították össze polimer burkolatú NPK műtrágya sávos, illetve szórt alkalmazásával. A hagyományos műtrágyákból (N és K) 1/3-ot indítóként, a fennmaradó 2/3-ot pedig négy alkalommal fejtrágyaként juttatták ki. A helyi sajátosságok miatt öntözésre nem volt szükség. Eredményül azt kapták, hogy a polimer burkolatú műtrágya nagyobb vagy hasonló termést eredményezett, mint a hagyományos műtrágyák. A szabályozott tápanyagleadású szórt műtrágya jobb eredményeket hozott, mint a sávos kijuttatási mód.

GUERTAL (2000) három éven keresztül végzett kísérleteket blocky típusú paprikán. A kísérlet folyamán három különböző nitrogén műtrágya: ammónium-nitrát, kén burkolatú urea (SCU) és polimer burkolatú urea (PCU) hatását vizsgálta négy különböző (90, 130, 180, 225 kg N/ha) adag mellett. Az ammónium-nitrát 20%-át ültetés előtt, 80%-át pedig ültetés után 14 naponként fejtrágyázással (összesen 5 alkalommal), míg az SCU-t és a PCU-t kizárólag indítótrágyaként juttatta ki. A kísérlet során megállapította, hogy az ammónium-nitráthoz képest a lassú lebomlású, illetve a szabályozott tápanyagleadású műtrágyák alkalmazása nem mutatott lényeges különbséget sem a termésátlagban (7-10 t/ha), sem a termésminőség tekintetében. Ugyanakkor a növénymagasság az SCU és a PCU alkalmazásával volt a legnagyobb, a levelek N koncentrációja pedig a PCU felhasználásával volt a legjobb. GUERTAL (2000) eredményeiből azt a következtetést vonta le, hogy a tápoldatozás költségeit figyelembe véve a lassú lebomlású, illetve a szabályozott tápanyagleadású N műtrágyák használata alternatív lehetőség lehet kistermelők számára.

E kísérletek alapján megállapítható, hogy lassú lebomlású, illetve szabályozott tápanyagleadású műtrágyák egyszeri kijuttatásával hasonló, vagy nagyobb paprikatermés érhető el, mint hagyományos műtrágyák többszöri alkalmazásával. Egyes kísérletekben jobb tápanyag-hasznosulásról is beszámoltak. E módszerrel tehát megspórolhatók a fejtrágyázás költségei,

valamint csökkenthető a tápanyagkimosódás következtében fellépő környezetszennyezés mértéke is. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy TRENKEL (1997) állítását igazolva, a fenti kísérletek egyikében sem a lehető legjobb tápanyag-utánpótlási módszerrel hasonlították össze a lassú lebomlású és szabályozott tápanyagleadású műtrágyák használatát. Egyik kísérletben sem alkalmazták kontrollként az intenzív szabadföldi termesztés gyakorlatának megfelelő, csepegtető öntözőrendszeren keresztül megvalósított, heti akár többszöri tápoldatozást, a tápanyagkimosódást gátló mulcsozással kombinálva.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérletek helyszíne

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.

A három év tenyészidőszakának főbb időjárás adatait a 9. táblázat tartalmazza. A 2001-es év az átlagnál csapadékosabb és hűvösebb volt, a 2003-as év volt a legmelegebb a három év közül, és ekkor hullott a legkevesebb csapadék.

9. táblázat: A kísérleti évek tenyészidőszakának főbb időjárás adatai (Gödöllő, 2001-2003)

2001	Május 16-31.	Június 1-30.	Július 1-31.	Aug. 1-31.	Szept. 1-30.	Okt. 1-17.	Tenyész- időszak
Léghőmérséklet (°C)	16,9	16,5	20,7	21,7	13,6	15,7	17,7
Csapadék (mm)	3,8	70,6	139,0	59,1	93,8	—	366,3
2002	Május 14-31.	Június 1-30.	Július 1-31.	Aug. 1-31.	Szept. 1-30.	Okt. 1-7.	Tenyész- időszak
Léghőmérséklet (°C)	18,7	19,9	22,2	20,7	15,4	10,9	19,1
Csapadék (mm)	41,6	42,3	72,8	82,3	41,4	9,0	289,4
2003	Május 19-31.	Június 1-30.	Július 1-31.	Aug. 1-31.	Szept. 1-30.	Okt. 1-2.	Tenyész- időszak
Léghőmérséklet (°C)	18,8	21,1	21,5	23,1	15,3	12,3	20,1
Csapadék (mm)	15,0	34,7	69,8	18,8	20,3	0,0	158,6

Az elvégzett kísérletek három csoportba sorolhatóak:

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

3.2. Kísérletek leírása, kezelések, termesztéstechnológia

3.2.1. Bakhátas és sík termesztési mód hatásának vizsgálata

3.2.1.1. A termesztett hibridek

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, így a tenyészidőszak meghosszabbítása.

A **Pritavit F₁** hajtásban és szabadföldön egyaránt használatos, mind friss fogyasztásra, mind ipari felhasználásra kiváló. Szabadföldön intenzív körülmények között 50-80.000 tő/ha állománysűrűség javasolt. Folytonnövő, növekedési erélye közepes-erős, bokra laza ágszerkezetű. Termése nagy bogyójú (10. táblázat). A bogyó színe középzöld, biológiailag érett állapotban vörös (PRODUKT KFT É.n. - ROYAL SLUIS KFT É.n.).

A **Kárpia F₁** a friss piac és az ipar által is keresett „kápia” típusú, zöldből pirosra érő hibrid. Erős ágrendszerrel és erős, fejlett gyökérrendszerrel fejleszt. Termésének adatait a 10. táblázat tartalmazza. Stressztűrőképessége kiváló, mind zölden, mind pirosan szedve biztos piacú, jól eladható, kiegyenlített árut ad (TOMPOS - GYÚRÓS 2002, LACZKÓ 2003, ROYAL SLUIS KFT É.n.).

10. táblázat: A Pritavit F₁ és a Kárpia F₁ termésére jellemző adatok

(PRODUKT KFT - ROYAL SLUIS KFT 2003)

	Pritavit F₁	Kárpia F₁
Bogyó magasság	60-80 mm	120-150 mm
Bogyó átmérő	100-120 mm	40-60 mm
Húsvastagság	6-8 mm	5 mm
Bogyóátlagtömeg	130-150 g	65-85 g

3.2.1.2. A kísérlet felépítése

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, bakhát esetén 1,5 m széles, sík termesztés esetén pedig 0,75 m (2001), illetve 1 m (2002, 2003) széles fekete polietilén (PE) fóliát (Helioplast, Tiszaújváros) használtam. A növények térállása sík és bakhátas termesztés esetén megegyezett. A bakhátak magassága 25 cm, koronaszélessége 50 cm, a szomszédos bakhátak középvonala közötti távolság 140 cm volt. A bakhátakat észak-déli irányban alakítottam ki.

Minden kezelésből négy ismétlést állítottam be. Egy parcellába 40 darab növény került ikersoros elrendezésben, ami 7 négyzetméternyi területet foglalt el. A parcellákat véletlen blokk elrendezésben helyeztem el. A kísérlet szélein szegélysorokat alkalmaztam.

3.2.1.3. Termesztéstechnológia

A kísérlet céljára a palántákat fűtött üvegházban neveltem fel 4×4 cm osztatú polipropilén (2001), illetve polisztírol szaporító tálcákban (2002, 2003). A tálcákat rostos fellép-tőzeg (NOVOBALT) és gyümölcskomposzt 1-1 arányú keverékével töltöttem meg. Tápanyagként a földkeverékbe 1 kg/m³ dózisban PG MIX műtrágyát kevertem, amit a palántanevelés során 0,2%-os Ferticare I. (14-16-18) oldat többszöri kijuttatásával egészítettem ki. A kiültetés idejére a palánták elérték a 4-6 leveles fejlettségi állapotot.

A kísérletek előveteménye 2001-ben fejes káposzta, 2002-ben articsóka, 2003-ban pedig karfiol volt. Mindhárom évet megelőző ősszel szerves trágyát juttattunk ki, és a kijuttatást követően őszi mélyszántást végeztünk. A 11. táblázat a technológia elemei elvégzésének időpontját tartalmazza.

11. táblázat: A termesztéstechnológia főbb elemeinek időbeli elvégzése

	2001	2002	2003
Talajvizsgálat	április 11.	április 8.	március 26.
Vetés	április 5.	április 4.	április 7.
Indítótrágyázás	május 8.	április 22.	április 29.
Bakhát készítése	május 10-11.	május 7-8.	május 5.
Fólia fektetése	május 14-15.	május 13.	május 8.
Kiültetés	május 16.	május 15.	május 19.
Szedések időpontjai	aug. 27	aug. 13.	aug. 12.
	szept. 6.	aug. 28.	aug. 21.
	szept. 19.	szept. 10.	szept. 3.
	okt. 4.	szept. 25.	szept. 17.
	okt. 17.	okt. 7.	okt. 6.

Az indítótrágyázást mindhárom évben a talajvizsgálat eredményei alapján végeztük el (12. táblázat). 2001-ben technikai okok miatt a szükségesnél kevesebb keserűsót juttatunk ki, ezt a tápoldatozás során figyelembe vettük.

12. táblázat: Indítótrágyázás során kiadott tápanyagmennyiségek

g/m^2	2001	2002	2003
Ammónium-nitrát	30	30	37,5
Keserűsó	15	60	55
Kálium-szulfát	—	15	60
Szuperfoszfát	—	—	26
Gipsz	50	60	60
Futor	30	20	40
Ventillált kénpor	—	—	30

Az intenzív szabadföldi paprikatermesztés mai magyar gyakorlatának megfelelően (GYÚRÓS 2002) csepegtető öntözőberendezést alkalmaztam. A bakhátak kialakítása után a 10 cm osztatú csepegtető szalagok lefektetése következett a bakhátak, valamint sík termesztés esetén a parcellák középvonalára. A kiültetéshez szükséges előkészületek a fekete polietilén fólia fektetésével és azok kilyukasztásával zárultak.

A palánták kiültetése $5,7 \text{ db}/m^2$ sűrűségben történt, amely megfelel a gyakorlatban is alkalmazott tőszámnak (GYÚRÓS 2002). Minden bakhátra két sor paprika került, a térállás $(110+30) \times 25 \text{ cm}$ volt.

A tápanyag-utánpótlás csepegtető öntözőrendszeren keresztüli tápoldatozással történt heti 1-3 alkalommal. Az öntözést, úgy mint a tápoldatozást is csepegtető öntözőrendszeren keresztül valósítottam meg, ahol a felhasznált öntözővíz mennyiségét vízórával mértem. A tápoldatozáshoz DOSATRON típusú felszívó rendszerű tápoldatozót használtam. Az öntözések és tápoldatozások időpontját 15 cm mélyre helyezett tenziométerekkel mért talajnedvesség adatok alapján határoztam meg, külön öntözve a takart és a takaratlan kezeléseket. A kiadott tápanyag- és vízmennyiségeket a 13. táblázat tartalmazza.

13. táblázat: A kísérletben felhasznált tápanyag- és vízmennyiség

	tápanyag (g/m^2)				víz (mm)	
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	takart	takaratlan
2001	32,3	11,8	28,9	11,6	140	180
2002	29,6	12,5	36,9	13,6	253	345
2003	29,9	11,8	37,0	12,2	293	412

Az ápolási munkákat a növények kordonok közé rendezése, a mechanikai gyomirtás, valamint a növényvédelmi kezelések jelentették. Az okszerű növényvédelmet a paprikára engedélyezett növényvédő szerekkel végeztük. 2001-ben és 2002-ben mechanikai gyomirtást végeztünk a sorközökben, illetve kézzel eltávolítottuk a bakháton az ültetőlyukakból előtört gyomokat. 2003-ban vegyszeres gyomirtást végeztünk a fóliák fektetése után, az ültetőlyukakból előtört gyomokat kézzel távolítottuk el.

A bogyókat biológiai érettségben takarítottuk be, ami legalább 50%-ban bepirosodott bogyókat jelentett. A betakarítást 7-14 naponként (összesen ötször) végeztük az érés ütemétől függően (11. táblázat).

3.2.2. Különböző színű talajtakaró fóliák hatásának vizsgálata

3.2.2.1. A termesztett hibrid

A kísérlet mindkét évében a kapia-típusba tartozó Kárpia F₁ szerepelt (10. táblázat).

3.2.2.2. A kísérletek felépítése

A kezeléseket mindkét évben különböző színű polietilén fóliák és a takaratlan kontroll kezelés képezték. A kezeléseket 2002-ben:

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

A kezeléseket 2003-ban:

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

A takarásra használt fóliák vastagsága a 14. táblázatban található, a fóliák szélessége 1,4-1,5 m volt. A bakhátak magassága 20 cm, koronaszélessége 50 cm, a szomszédos bakhátak középvonala közötti távolság 140 cm volt. A bakhátakat észak-déli irányban alakítottam ki. Minden kezelésből négy ismétlést állítottam be. Egy parcellába 40 darab növény került ikersoros elrendezésben, ami 7 négyzetméternyi területet foglalt el. A parcellákat véletlen blokk elrendezésben helyeztem el. A kísérlet szélein szegélysorokat alkalmaztam.

14. táblázat: Az alkalmazott fóliák jellemzői

Fólia színe	Gyártó	Vastagság (mm)
Áttetsző	Helioplast, Tiszaújváros	0,04
Lila	Mikroplast, Lajosmizse	0,02
Világoszöld	Mikroplast, Lajosmizse	0,02
Sötétzöld	Helioplast, Tiszaújváros	0,04
Piros	Mikroplast, Lajosmizse	0,08
Fekete	Helioplast, Tiszaújváros	0,12

3.2.2.3. Termesztéstechnológia

A termesztéstechnológia nagyrészt megegyezik a bakhát és talajtakarás hatását vizsgáló kísérletnél leírtakkal, az esetleges eltéréseket a 15. táblázat tartalmazza.

15. táblázat: A termesztéstechnológia főbb elemeinek időbeli elvégzése

	2002	2003
Talajvizsgálat	április 8.	március 26.
Vetés	április 4.	április 7.
Indítótrágyázás	április 22.	április 29.
Bakhát készítés	május 7-8.	április 30.
Fólia fektetés	május 13.	május 5.
Kiültetés	május 14.	május 19.
Hőmérő lerakása	május 28.	május 19.
Szedések időpontjai	augusztus 13.	augusztus 7.
	augusztus 28.	augusztus 14.
	szeptember 10.	augusztus 25.
	szeptember 25.	szeptember 3.
	október 7.	szeptember 17.
		október 2.

Minden kezelés ugyanannyi vizet kapott, 2002-ben 253 mm-t, 2003-ban 293 mm-t.

3.2.3. Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatásának vizsgálata

3.2.3.1. A termesztett hibrid

A kísérlet mindhárom évében a paradicsom alakú Pritavit F₁ szerepelt (10. táblázat).

3.2.3.2. A kísérlet felépítése

A kezeléseket mindhárom évben különböző tápanyagutánpótlási módszerek alkották. 3 éven keresztül végeztem a kísérleteket (2001, 2002, 2003), és mindhárom évben 3 kezelést volt, négy ismétlésben. A parcellák területe 3,5 m² volt, amelybe 20 növényt ültettünk ki ikersorokban. A parcellákat blokk elrendezésben helyeztem el.

A kezeléseket 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 adtuk ki, míg a fennmaradó 10%-ot – mivel az SZTM nem tartalmaz Ca-ot – a kalcium-nitrát formájában történő Ca-kijuttatásra tartottuk fenn.

A felhasznált műtrágyák és kijuttatásuk módja

A tápoldatozás során öntözőműtrágyákat (Ferticare starter, Ferticare I, ammónium-nitrát, kalcium-nitrát, kálium-nitrát) alkalmaztunk, és heti 1-3 alkalommal juttattunk ki tápanyagokat.

Az 50% SZTM kezelés első 2 évében a Scotts International B.V. által gyártott, kereskedelmi forgalomba nem került, 4-5 hónap hatástartamú, 18-5-18 összetételű, poly-S burkolatú Agroblen műtrágyát alkalmaztunk, a 3. évben pedig (mivel a cégtől kapott kísérleti anyag elfogyott) a kereskedelmi forgalomban is kapható 5-6 hónapos hatástartamú 15-8-16 +5% MgO+mikroelemek összetételű poliolefin gyanta burkolatú Agroblen használtuk. A műtrágyát ültetés előtt egy nappal, 10 cm mélyen a bakhát közepén 10 cm széles sávban, pontosan a csepegtető cső alá helyeztünk ki, közvetlenül a bakhát takarása előtt.

A 90% SZTM kezelés esetében mindhárom évben más műtrágyát használtunk. Az első évben ugyanazt a típust, mint az 50% SZTM első évében, a második évben azt a típust, amit az 50%

SZTM 3. évében. Mivel az első két évben ez a kezelés szerepelt leggyengébben, ezért kipróbáltunk egy jobb minőségű, drágább műtrágyát. Az utolsó évben pedig a szintén a Scotts által gyártott 5-6 hónap hatástartamú, 10-11-18+2MgO+mikroelemek összetételű, növényi gyantával burkolt Osmocote műtrágyát alkalmaztuk. A kijuttatás ugyanúgy történt, mint az 50% SZTM kezelés esetében.

Az egyes kezeléseknél a tenyészidőszak alatt kiadott hatóanyag mennyiségeket a 16. táblázat tartalmazza.

16. táblázat: A tenyészidő alatt kiadott összes hatóanyag mennyiségek kezelésenként

2001	Tápanyag				SZTM				Tápanyagadatok száma
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	
	g/m ²				g/m ²				
0% SZTM	32,3	11,8	28,9	11,6	—	—	—	—	40
50% SZTM	15,0	6,7	13,2	6,8	15,4	4,3	15,4	—	19
90% SZTM	2,8	—	—	4,3	30,8	8,6	30,8	—	4
2002									
0% SZTM	29,1	12,8	37,0	13,3	—	—	—	—	43
50% SZTM	14,9	3,9	17,4	8,6	15,0	4,2	15,0	—	23
90% SZTM	3,2	0,4	0,3	3,1	27,0	14,0	29,0	—	7
2003									
0% SZTM	19,6	8,7	27,0	7,3	—	—	—	—	37
50% SZTM	10,1	3,9	15,3	4,8	10,0	5,3	10,7	—	20
90% SZTM	2,0	0,0	0,8	3,3	18,0	19,8	32,4	—	13

3.2.3.3. Termesztéstechnológia

A termesztéstechnológia nagyrészt megegyezik az előző két kísérletnél leírtakkal, így csak a különbségeket ismertetem (17. táblázat).

Az indítórügyázást mindhárom évben a talajvizsgálat eredményei alapján végeztük el. 2001-ben 15 g ammónium-nitrátot, 15 g keserűsót, 50 g gipszet, 30 g futort használtunk fel négyzetméterenként, 2002-ben 15 g ammónium-nitrátot, 60 g keserűsót, 15g kálium-szulfátot, 60g gipszet, 20g futort, 2003-ban pedig 18 g ammónium-nitrátot, 55 g keserűsót, 60 g kálium-szulfátot, 26 g szuperfoszfátot, 60 g gipszet, 40 g futort juttattunk ki.

A termesztést csepegtető öntözéssel ellátott fekete műanyag fóliával takart bakháton végeztük, a bakhátak 50 cm koronaszélességűek és 25 cm magasságúak voltak.

A tenyészidő folyamán 2001-ben és 2002-ben a lehetőségekhez mérten kb. 30 g N hatóanyag/m²-nek megfelelő tápanyagmennyiséget juttattunk ki minden kezelésnek. Ezt a N mennyiséget a terület talajadottságai és a különböző tápanyagreceptek ajánlásai alapján számítottuk ki. 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 jelentkezett különbség.

Az öntözések és tápanyagadatok időpontját 15 cm mélyre helyezett tenziométerekkel mért talajnedvesség adatok alapján határoztuk meg. A tápanyagadatok 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 tápanyagadtunk.

17. táblázat: A termesztéstechnológia főbb elemeinek időbeli elvégzése

	2001	2002	2003
Talajvizsgálat	április 11.	április 8.	március 26.
Vetés	április 5.	április 4.	április 7.
Indítótrágyázás	május 8.	április 22.	április 29.
Bakhátkészítés	május 10-11.	május 7-8.	május 4.
Agroblen kijuttatása	május 15.	május 13.	május 15.
Fólia fektetése	május 15.	május 13.	május 15.
Kiültetés	május 16.	május 14.	május 16.
Szedések időpontjai	augusztus 26.	július 31.	augusztus 12.
	szeptember 5.	augusztus 13.	augusztus 25.
	szeptember 19.	augusztus 22.	szeptember 3.
	október 4.	szeptember 4.	szeptember 18.
	október 17.	szeptember 18.	október 1.
		október 1.	
Tövek kivágása	október 24.	október 1.	október 2.

3.3. Mérések, megfigyelések

3.3.1. A talajhőmérséklet mérése

A bakhátas és sík termesztési mód hatását vizsgáló kísérlet mindhárom évében figyelemmel kísértem, hogy a különböző kezelések milyen hatással voltak a talaj hőmérsékletének alakulására. A 2001-es évben május 26-tól (technikai okok miatt nem a kiültetéstől kezdve), 2002-ben és 2003-ban pedig a kiültetéstől (május 15. és május 19.) kezdve mértem a talaj hőmérsékletét az egész tenyészidőszak folyamán adatrögzítő hőmérőkkel (Thermo Recorder TR-71S, T and D Corporation, Japán). Az adatrögzítő hőmérőket 10 cm mélyen a bakhát nyugati oldalán lévő növény sor alatt, két tő között helyeztem el, és óránként rögzítették a talaj hőmérsékletét az egész tenyészidőszak alatt. 2001-ben technikai okok miatt két kezelés esetén néhány rövidebb időszakban nem sikerült a mérés, így annak érdekében, hogy a hiányzó adatokat pótoljam, és így az évek közötti összehasonlíthatóságot biztosítsam, a többi kezelés adatainak felhasználásával megbecsültem a hiányzó adatokat. 2001-ben minden kezelés esetén csak 1 parcellába helyeztem el adatrögzítő hőmérőt, míg 2002-ben és 2003-ban minden kezelés esetében az összes parcellában (tehát 4 ismétlésben) mértem a talajhőmérsékletet.

A különböző színű talajtakaró fóliák hatását vizsgáló kísérletben szintén mindkét évben figyelemmel kísértem, hogy a különböző kezelések milyen hatással voltak a talaj hőmérsékletének alakulására. A 2002-es évben május 28-tól (technikai okok miatt nem a kiültetéstől kezdve), a 2003-as évben pedig május 19-től kezdve mértem a talaj hőmérsékletét a tenyészidőszak folyamán adatrögzítő hőmérőkkel (Tinytag Plus; Gemini Data Loggers Ltd., England). Az adatrögzítő hőmérőket 10 cm mélyen a bakhát nyugati oldalán lévő növény sor alatt helyeztem el, és óránként rögzítették a talaj hőmérsékletét. Mindkét évben minden kezelés esetében 4 ismétlésben végeztem a mérést. Mindkét hőmérőtípus esetében a mérések megkezdése előtt kalibráltuk a hőmérőket.

3.3.2. Talajprofil hőmérsékletének mérése

A különböző színű talajtakaró fóliák hatását vizsgáló kísérletben annak érdekében végeztem talajprofil hőmérséklet mérést, hogy meghatározzam, hogy a talajmélység változása milyen hatással van a talajhőmérséklet alakulására az egyes kezelések esetében. 2003-ban a növények kiültetése előtt a már elkészített és fóliával takart bakhátak egy részében május 13. 24 órától május 16. 24 óráig végeztem mérést adatrögzítő hőmérőkkel (Tinytag Plus; Gemini Data Loggers Ltd., England; Thermo Recorder TR-71S, T and D Corporation, Japan) a takaratlan, a lila és a fekete fóliával takart

kezelésekben, három ismétlésben. A hőmérők óránként rögzítették a talaj hőmérsékletét. Minden ismétlésben 4 hőmérőt helyeztem el. A bakhátak nyugati oldalán a növény sorok helyére 10 cm mélységbe 1 hőmérőt, a bakhát közepébe, a csepegtető cső alá 10 cm mélységbe 1 hőmérőt, a bakhát keleti oldalába a növény sor alá 2 hőmérőt helyeztem el, 5 és 10 cm mélységbe.

2004-ben egy – a dolgozatban nem ismertetet, de azzal azonos módon és feltételekkel végzett, azonos minőségű talajtakaró fóliákat felhasználó – kísérletben az egész tenyészidőszak folyamán (a kiültetéstől: május 21. az utolsó szedésig: szeptember 16.) a takaratlan, az áttetsző és a fekete fóliával takart kezelésekben négy ismétlésben mértem talajprofil hőmérsékletet az előzőekkel megegyező adatrögzítő hőmérőkkel, melyek szintén óránként rögzítették a hőmérsékletet. Minden ismétlésben három hőmérőt helyeztem el a bakhát nyugati oldalán 5, 10 és 20 cm mélyen.

3.3.3. Vegetatív jellemzők mérése

Mindhárom kísérlet típus esetében a növekedés jellemzése céljából nyomon követtem a különböző kezelések hatására a szárátmérőben és a növény magasságban bekövetkező változásokat. A szárátmérőt digitális tolómérővel mértem század mm pontossággal, a sziklevél felett kb. 1 cm-rel, azok eredési síkjára merőlegesen. A magasságot mérőrúd segítségével mértem cm pontossággal, a talaj szintjétől a növény legmagasabb pontjáiig. A mérések időpontjai a 18. táblázatban találhatóak.

18. táblázat: A vegetatív jellemzők mérésének időpontjai

	szárátmérő				növénymagasság			
	Bakhát és sík termesztési mód							
2001	06.15.	07.10.			07.15.	08.22.		
2002	05.31.	06.22.	07.11.	07.31.	05.30.	06.23.	07.11.	08.01.
2003	05.29.	06.16.	07.08.		05.28.	06.17.	07.08.	07.24.
	Különböző színű fóliák							
2002	05.31.	06.22.	07.11.	07.31.	05.30.	06.24.	07.11.	08.02.
2003	05.28.	06.16.	07.07.	07.24.	05.28.	06.17.	07.08.	07.24.
	Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák							
2001	07.03.				07.03.			
2002	05.28.	06.19.	07.10.	07.31.	05.27.	06.22.	07.12.	07.31.

3.3.4. A virágzás időpontjának felvételezése

Mindhárom kísérlet típus esetében a 2002-es és 2003-as évben a generatív fejlődés jellemzése céljából az összes parcellában minden növényenél feljegyeztem az első virág kinyílásának időpontját. Ebből meghatároztam, hogy a virágzás ideje alatt 1 napon az adott parcellában lévő növényeknek hány százaléka kezdett el virágozni.

3.3.5. Termésmennyiség- és minőség mérése

A szedések során a betakarított termést fajtánként minőségi kategóriákba soroltam (extra, I. osztály, II. osztály, III. osztály, beteg) (19. táblázat). A Kárpia F₁ esetében a cecei típusú fajtáknál a gyakorlatban alkalmazott minőségi osztályokat használtam, míg a Pritavit F₁-nél magam alkottam kategóriákat, mivel a szabvány előírása szerint végzett válogatás nem jellemezte volna megfelelően a kezelések hatását. Egyenként lemértem az egyes kategóriák tömegét 10 g pontossággal, és megszámláltam az oda tartozó bogyókat. A tömeg és a darabszám ismeretében meghatároztam a bogyóátlagtömeget, mint a gyakorlat szempontjából egyik legfontosabb minőségi tulajdonságot. Minden szedés előtt megszámláltam, hogy az egyes parcellákban hány tő pusztult el, és mivel megvizsgáltam, hogy a tőszámkieesések számát a kezelések nem befolyásolták, ez alapján korrigáltam az 1 négyzetméterre eső termésmennyiséget és bogyó darabszámot.

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

19. táblázat: A termés szétválogatása során alkalmazott minőségi kategóriák

Minőségi kategóriák	Kárpia		Pritavit
	vállátmérő	bogyóhossz	bogyóátmérő
extra	6 cm felett	9 cm felett	10 cm felett
I. osztály	5-6 cm	8-9 cm	8-10 cm
II. osztály	4-5 cm	7-8 cm	6,5-8 cm
III. osztály	4 cm alatt	7 cm alatt	6,5 cm alatt
	görbült bogyók		
nem piacképes	élettani és egyéb betegségek, sérülések		élettani és egyéb betegségek, sérülések

3.3.6. Növénytömeg

A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatását vizsgáló kísérletekben az utolsó szedés után leszedtük az összes tövön maradt bogyót, valamint kivágtunk minden paprikatövet a talaj szintjénél; és azonnal lemértük a tömegüket. A terméskezdeményeket „nem kifejlett termésként”, míg a már érett, de teljesen zöld bogyókat „zöld érett” kategóriaként kezeltük. A tövenkénti termésmennyiség, a nem kifejlett termés és a szár- és levéltömeg összegzésével számoltuk ki a tövenkénti növénytömeg produkciót.

3.4. 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.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Bakhátas és sík termesztési mód hatásának vizsgálata

4.1.1. Talajhőmérséklet

Átlagos talajhőmérséklet a tenyészidőszakban

Minden kezelés esetében (kivéve 2001-ben) meghatároztam a tenyészidőszak átlagos talajhőmérsékletét (20. táblázat). A bakhát hatását vizsgálva megállapítható, hogy takarás nélkül nem eredményezett nagy mértékű talajhőmérséklet-növekedést, bár 2003-ban szignifikáns különbség adódott a kontroll és a takaratlan bakhátas kezelések között. A bakhát fekete fóliával takarva mindhárom évben jelentős talajhőmérséklet-növekedést idézett elő a takart sík termesztési móddal, valamint az összes többi kezeléssel összehasonlítva. A takarás nélküli bakhát – összevetve a szintén takaratlan kontroll kezeléssel – 2002-ben és 2003-ban 0,3-0,4°C-kal növelte a talaj hőmérsékletét a tenyészidőszak átlagában, takarással pedig – a három év átlagában – 1-1,6°C-kal melegeedett fel jobban a talaj a sík termesztési móddal szemben.

A bakhát nagyobb mértékű felmelegedése azzal magyarázható, hogy nagyobb felületéből adódóan a beérkező napsugárzásból nagyobb mennyiséget tud elnyelni, viszont az éjszaka folyamán nagyobb felületen adja le a hosszúhullámú sugarakat, ezért jobban lehűl, mint a sík talaj. Ezzel magyarázható, hogy takarás nélkül a bakhát nem növelte nagy mértékben a talaj hőmérsékletét. Viszont amikor fekete fóliával takartuk, akkor napközben jobban felmelegedett, éjszaka pedig kevésbé hűlt le a takarás nélküli bakháthoz viszonyítva.

A fekete fóliával történő talajtakarás hatását vizsgálva megállapítható, hogy mind sík, mind bakhátas termesztési mód esetén nagyobb (2002-ben és 2003-ban szignifikánsan nagyobb) talajhőmérsékletet értünk el, mint takarás nélkül. Sík talaj esetén a takarás 0,4-1,1°C-os, bakhát esetén pedig 1,6-2,1°C-os talajhőmérséklet-növekedést eredményezett a három évet együtt vizsgálva, vagyis a talajtakaró fólia bakháttal kombinálva fejtette ki igazán talajfelmelegítő hatását, szintén a nagyobb felületből adódóan.

A takart bakhátas kezelés talajfelmelegítő hatása a kontroll kezeléssel összevetve – a három évet figyelembe véve – 2,0-2,3°C között alakult. Ez az eredmény hasonló a Lamont (1993) által közölt eredményhez, amely szerint fekete fóliás talajtakarást alkalmazva 1,7°C talajhőmérséklet-növekedés figyelhető meg 10 cm-es mélységben takarás nélküli talajhoz viszonyítva.

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

	Átlagos talajhőmérséklet (°C)			Eltérés a kontrollhoz képest (°C)			A három év átlaga (°C)
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	
Takart bakhát	21,9	22,1	23,1	2,0	2,3	2,0	22,4
Takaratlan bakhát	19,8	20,1	21,5	-0,1	0,3	0,4	20,5
Takart sík	20,3	20,9	22,1	0,4	1,1	1,0	21,1
Takaratlan sík (kontroll)	19,9	19,8	21,1	-	-	-	20,3
SZD5%	-	0,4	0,4	-	-	-	-

Minimum és maximum talajhőmérsékletek

A mért adatsorból meghatároztam a minimum és a maximum talajhőmérsékletet az egyes kezelések esetében annak érdekében, hogy megtudjam, melyik kezelést alkalmazva hűlt le, illetve melegeedett fel legjobban a talaj (21. táblázat). A minimumhőmérséklet mindhárom évben a fóliával takart sík termesztési mód esetén volt a legnagyobb, legkisebb pedig takarás nélküli bakhátat

alkalmazva. Valószínűleg azért a takart sík kezelés esetén hűlt le legkevésbé a talaj, mert a fekete fólia hosszűhullámokat visszatartó képessége érvényesült, azonban a leadó felület kisebb volt, mint a takart bakhátas kezelés esetén. A takarás nélküli bakhát pedig szintén a nagyobb felületből adódóan hűlt le legnagyobb mértékben. A maximumhőmérséklet mindhárom évben a fóliával takart bakhát esetén volt a legmagasabb.

A minimum érték minden kezelésnél 2002-ben volt a legalacsonyabb, a maximum érték pedig 2003-ban volt a legmagasabb.

21. táblázat: Bakhát és talajtakarás hatása a talaj 10 cm mélységben mért minimum és maximum hőmérsékletére (Gödöllő, 2001-2003)

	Minimum (°C)			Maximum (°C)		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Takart bakhát	10,1	8,8	11,8	37,5	38,7	41,0
Takaratlan bakhát	7,7	7,0	10,7	36,8	35,3	37,2
Takart sík	10,3	9,1	12,5	32,0	33,6	35,8
Takaratlan sík	9,5	8,0	11,6	32,2	30,4	33,1
SZD5%	-	0,5	0,8	-	2,0	1,7

A paprika számára optimális talajhőmérsékleti értékek aránya

Az óránkénti adatok alapján meghatároztam, hogy a talajhőmérséklet a tenyészidőszak hány százalékában esett a paprika számára optimális tartományba az egyes kezelések esetében (1. ábra). Irodalmi adatok alapján a 20-30°C közé eső értékeket tekintettem optimálisnak (SOMOS 1981, GOSSELIN - TRUDEL 1986).



1. ábra: Az optimális, az optimális alatti és az optimális feletti talajhőmérsékleti értékek százalékos megoszlása kezelésenként (Gödöllő, 2001-2003)

A paprika számára optimális értékek aránya az első két évben hasonlóan alakult, a két takart kezelés esetén volt a legnagyobb. 2003-ban ezzel szemben a takaratlan sík kezelést alkalmazva is hasonlóan magas érték adódott, mint a két takart kezelés esetén, mely a melegebb évjáráttal magyarázható.

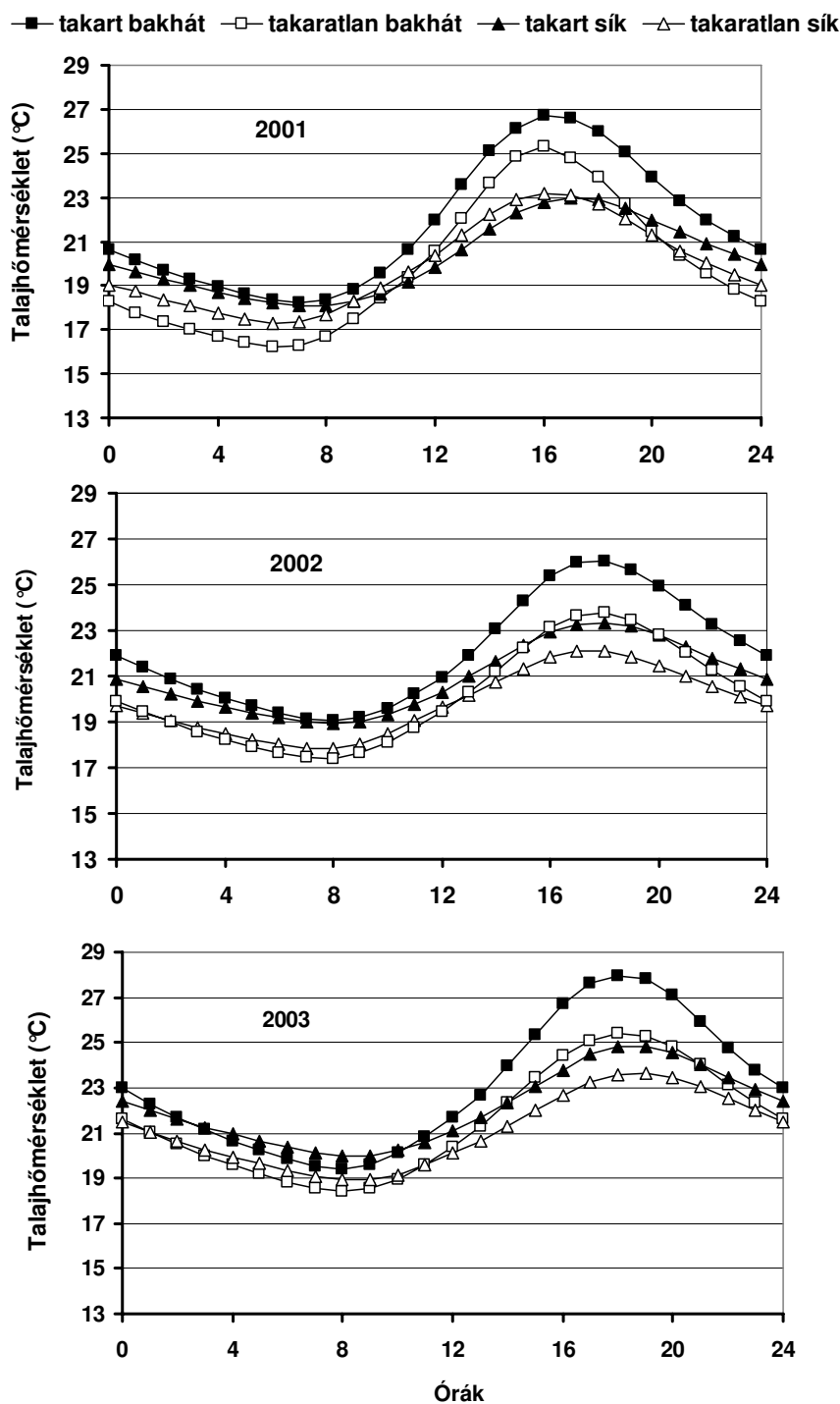
Az optimum alatti értékek aránya mindhárom évben a takarás nélküli kezeléseknél volt a legnagyobb, a legtöbb optimum feletti érték pedig a fóliával takart bakhát esetén adódott.

Mindhárom évben az optimum alatti értékek viszonylag magas aránya bizonyítja, hogy hazánk a paprikatermesztés északi határán fekszik, és szükség van a talajhőmérséklet növelésére.

A három évet összehasonlítva az összes kezelés esetében 2001-ben volt legalacsonyabb a paprika számára optimális értékek aránya, 2003-ban pedig a legmagasabb, ami összhangban van az egyes években mért léghőmérséklet adatokkal (9. táblázat).

A talajhőmérséklet napi menete

A teljes tenyészidőszak adatai alapján meghatároztam a talajhőmérséklet napi menetét (2. ábra), így nyomon követhető a talajhőmérséklet alakulása napközben és éjszaka.



2. 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, 2001-2003).

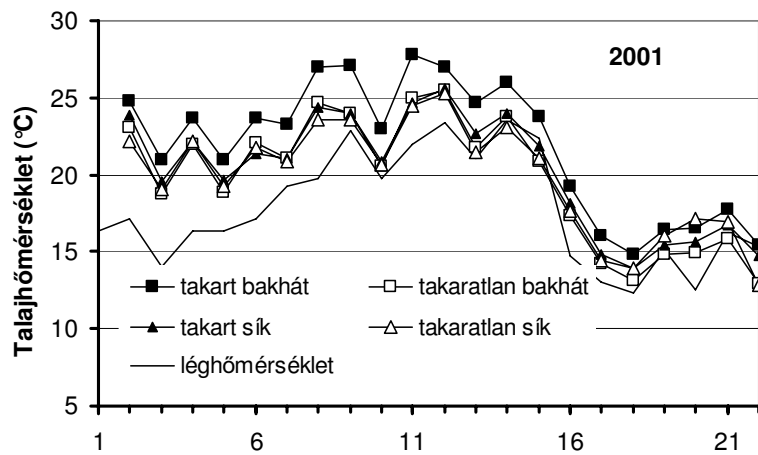
Elsősorban napközben alakult ki számottevő különbség az egyes kezelések között. Bakhátat alkalmazva – a nagyobb felületből adódóan – napközben jobban felmelegedett a talaj, mint a sík kezelések esetében. Az éjszaka folyamán viszont a bakhátas kezelések veszítettek több hőenergiát, mint a sík kezelések, szintén a nagyobb felület miatt. A fekete fóliával takart kezelések az éjszaka folyamán nagyobb talajhőmérsékletet tudtak biztosítani, mint a takaratlan kezelések, mivel a PE fólia megakadályozta a talajból kifelé áramló hosszuhullámú sugárzás légkörbe jutását, valamint csökkentette az evaporációból adódó hűtő hatás mértékét (HAM et al. 1993).

A teljes tenyészidőszakot és mindhárom évet figyelembe véve a bakhát nyugati oldalán, 10 cm-es mélységben 16 és 19 óra között melegedett fel legjobban a talaj, a leghidegebb pedig 6 és 9 óra között volt.

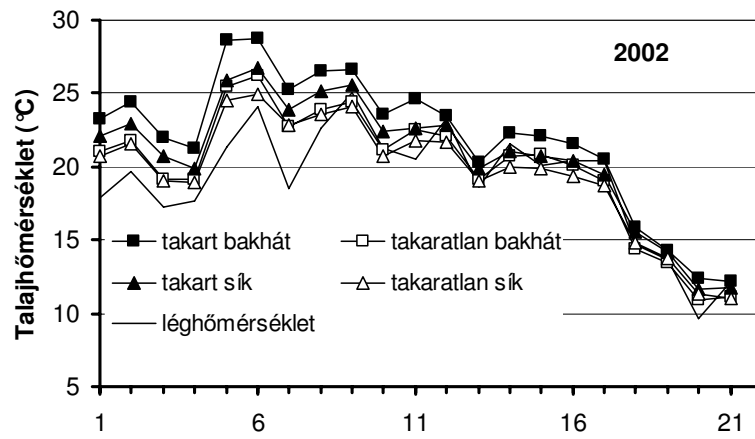
A talajhőmérséklet alakulása a tenyészidőszak folyamán

A 3. ábra a tenyészidőszak talajhőmérsékletének és léghőmérsékletének menetét szemlélteti, a 22. táblázat pedig a talajhőmérséklet és a léghőmérséklet havonkénti átlagát tartalmazza.

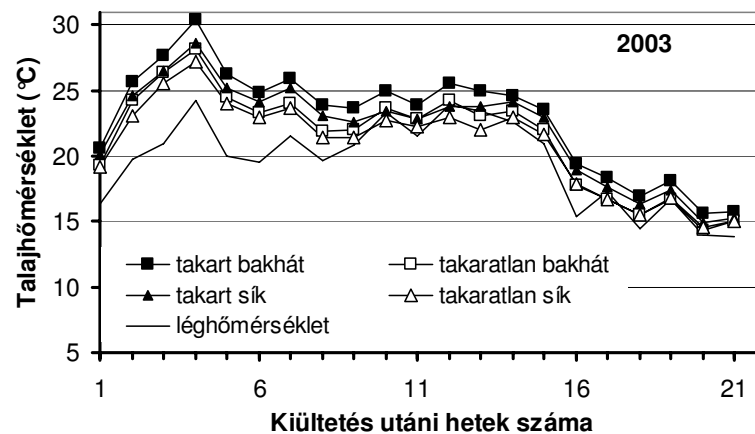
A három évet összehasonlítva a legmagasabb talajhőmérséklet különböző időpontban alakult ki (3. ábra). 2001-ben volt leghűvösebb a kiültetés utáni néhány hét, az átlagos heti talajhőmérséklet a kiültetés utáni 8. héten haladta meg a 25°C-ot. A legmagasabb talajhőmérséklet ebben az évben a kiültetés utáni 8., 9. és 11. héten alakult ki. 2002-ben a kiültetés utáni 5. és 6. héten melegedett fel legjobban a talaj, és 2003-ban volt legmelegebb a tenyészidőszak első néhány hete, a legmagasabb talajhőmérséklet a kiültetés utáni 3. és 4. héten alakult ki.



máj. 16 - okt. 17.



máj. 15 - okt. 7.



máj. 19 - okt. 6.

3. ábra: A talajhőmérséklet és a léghőmérséklet hetenkénti átlaga a tenyészidőszakban (Gödöllő, 2001-2003)

A havi átlagos talajhőmérsékletek alapján 2001-ben augusztus, 2002-ben július, 2003-ban pedig június folyamán alakult ki a legmagasabb talajhőmérséklet (22. táblázat). Július hónapban a takart bakhátas kezelés 2,2-3,2°C-kal növelte a talaj hőmérsékletét a takaratlan sík kezeléshez hasonlítva, a takarás nélküli bakhát 0,5-0,7°C talajhőmérséklet-növekedést eredményezett, míg a takart sík kezelés 0,4-1,4°C-kal emelte a talaj hőmérsékletét a három év adatait figyelembe véve.

**22. táblázat: A talajhőmérséklet és a léghőmérséklet havonkénti átlaga (°C)
(Gödöllő, 2001-2003)**

2001	Takart bakhát	Takaratlan bakhát	Takart sík	Takaratlan sík	SZD5%	léghőmérséklet
máj. 25-31.	25,4	23,6	24,4	22,3	-	18,0
jún. 1-30.	22,3	20,4	20,8	20,7	-	16,5
júl. 1-31.	25,4	22,9	22,8	22,4	-	20,7
aug. 1-31.	25,5	23,2	23,6	22,9	-	21,7
szept. 1-30.	16,4	14,6	15,4	15,5	-	13,6
okt. 1-17.	16,7	14,7	15,8	15,7	-	15,7
2002						
máj. 16-31.	23,7	21,3	22,5	21,0	0,4	18,8
jún. 1-30.	25,2	22,5	23,3	21,3	0,5	19,9
júl. 1-31.	25,4	23,1	24,0	22,6	0,7	22,2
aug. 1-31.	22,1	20,8	21,2	20,2	0,4	20,7
szept. 1-30.	17,0	15,7	16,4	15,8	0,3	15,4
okt. 1-7.	12,3	11,1	11,7	11,0	0,5	10,9
2003						
máj. 19-31.	23,8	22,4	22,9	21,6	0,7	19,0
jún. 1-30.	27,0	25,2	25,8	24,6	0,5	21,1
júl. 1-31.	24,4	22,9	23,3	22,2	0,5	21,5
aug. 1-31.	24,4	22,9	23,5	22,4	0,6	23,1
szept. 1-30.	17,4	15,9	16,8	16,0	0,6	15,3
okt. 1-6.	15,7	14,9	15,1	14,9	0,3	13,9

A tenyészidőszak kezdetén (a kiültetés utáni 7-8. hétig), amikor a növények még nem takarták jelentős mértékben a fóliákat, a talaj nagyobb mértékben felmelegedett a léghőmérséklethez képest, mint a tenyészidőszak későbbi szakaszában, amikor a növények már nagy mértékben beárnyékolták a fóliákat (3. ábra, 22. táblázat). A tenyészidőszak előrehaladtával más növényeknél is számolni kell az árnyékoló hatással. Ezt állapította meg ROMIC et al. (2003) görögdinnyénél és FARIAS-LARIOS et al. (1994) uborka esetében.

A talajhőmérséklet növekedésének mértékét a léghőmérséklet, a besugárzás és a növények árnyékoló hatása határozta meg. Az egyes kezelések közötti különbség a tenyészidő kezdetén volt a legnagyobb, ezután a növények árnyékoló hatásának növekedése és a besugárzás, valamint a léghőmérséklet csökkenésének hatására kisebb lett a különbség.

4.1.2. A növények növekedése, fejlődése

Mielőtt a növények elkezdtek volna teremni, objektív módon nyomon kívántam követni a fejlődésüket, ezért folyamatosan mértem azok szárátmérőjét és magasságát, hogy adatokat kapjak a vegetatív fejlődésükről, majd feljegyeztem az első virágok nyílásának időpontját, amelyből bizonyos mértékig következtetni lehet a koraiságra.

Vegetatív jellemzők

2001-ben a Pritavit F₁ szárátmérője mindkét mérési időpontban takart sík kezeléssel, míg magassága takart bakhátas kezeléssel szignifikánsan nagyobb volt, mint a többi kezelés esetében (23. táblázat). 2002-ben a szárátmérő az utolsó mérési időpontban a takart kezelésekkel közel azonos volt, illetve szignifikánsan nagyobb a két takarás nélküli kezeléshez viszonyítva, a magasság

pedig – szintén az utolsó mérési időpontban – a bakhátat takarva a két sík kezelésnél volt szignifikánsan nagyobb. 2003-ban a szárátmérő hasonlóan alakult, mint 2002-ben, az utolsó mérési időpontban a magasságban nem volt szignifikáns különbség.

A bakhát és a talajtakaró fólia alkalmazása az irodalmi adatoknak megfelelően hatással volt a növények vegetatív növekedésére (VANDERWERKEN - WILCOX-LEE 1988, DECOTEAU et al. 1990).

23. táblázat: Bakhát és talajtakarás hatása a szárátmérőre és a növénymagasságra (Gödöllő, 2001-2003; fajta: Pritavit F₁)

2001	szárátmérő (mm)		magasság (cm)	
	06.15.	07.10.	07.15.	08.22.
takart bakhát	5,2	7,5	35,0	43,5
takaratlan bakhát	4,9	7,3	29,7	38,3
takart sík	6,0	8,4	30,1	37,3
takaratlan sík	5,3	7,7	31,6	36,8
SZD5%	0,5	0,5	2,8	3,6

2002	szárátmérő (mm)				magasság (cm)			
	05.31.	06.22.	07.11.	07.31.	05.30.	06.23.	07.11.	08.01.
takart bakhát	5,1	9,0	11,3	12,2	20,4	35,6	45,7	58,3
takaratlan bakhát	4,6	8,0	10,3	11,5	18,8	32,0	43,2	57,2
takart sík	5,0	9,1	10,9	12,1	20,1	34,5	44,0	54,1
takaratlan sík	4,6	8,2	10,1	11,5	19,3	31,7	41,4	51,2
SZD5%	0,3	0,3	0,4	0,4	1,6	1,7	2,0	2,9
2003	szárátmérő (mm)				magasság (cm)			
	05.29.	06.16.	07.08.		05.28.	06.17.	07.08.	07.24.
takart bakhát	4,3	9,0	12,4	-	17,5	32,3	46,3	50,4
takaratlan bakhát	4,0	6,8	10,7	-	16,9	25,9	41,3	47,4
takart sík	4,0	8,6	12,1	-	17,5	30,2	46,9	51,4
takaratlan sík	3,9	7,3	10,8	-	16,8	26,5	42,2	48,5
SZD5%	0,2	0,6	0,5	-	-	2,1	3,0	-

A Kárpia F₁ esetén mind 2001-ben, mind 2002-ben a Pritavit F₁-hez hasonló tendencia adódott (24. táblázat). 2001-ben a szárátmérő utolsó mérési időpontjában a takart sík kezelésnél szignifikánsan nagyobb érték adódott, mint a két takaratlan kezelésnél, bakhát takarásával pedig a növények szignifikánsan magasabbak lettek a többi kezeléshez viszonyítva. 2002-ben az utolsó 3 mérési időpontban a szárátmérő a két takart kezelés esetén szignifikánsan nagyobb lett, mint a két takaratlan kezelés esetén, míg a magasság a takart bakhát esetén volt az összes többi kezelésnél szignifikánsan nagyobb.

24. táblázat: Bakhát és talajtakarás hatása a szárátmérőre és a növénymagasságra (Gödöllő, 2001-2002; fajta:Kárpia F₁)

2001 Kárpia F ₁	szárátmérő (mm)		magasság (cm)	
	06.15.	07.10.	07.15.	08.22.
takart bakhát	5,2	7,5	42,2	53,9
takaratlan bakhát	4,8	7,2	38,1	49,4
takart sík	5,3	7,9	34,6	47,6
takaratlan sík	5,0	7,3	37,1	43,6
SZD5%	0,4	0,5	3,3	3,6

2002 Kárpia F ₁	szárátmérő (mm)				magasság (cm)			
	05.31.	06.22.	07.11.	07.31.	05.30.	06.23.	07.11.	08.01.
takart bakhát	5,1	8,9	11,8	13,1	23,1	43,5	58,8	71,5
takaratlan bakhát	4,4	7,7	10,5	11,6	21,4	37,8	54,3	68,2
takart sík	4,8	8,9	11,6	13,0	21,5	41,6	57,6	67,2
takaratlan sík	4,3	7,8	10,4	11,7	20,8	37,9	54,7	64,4
SZD5%	0,2	0,5	0,6	0,6	1,4	2,3	2,1	3,0

A két hibridet és a különböző éveket együtt vizsgálva megállapítható, hogy a szárátmérő a két takart kezelés esetén közel azonos volt, míg a növények az utolsó mérési időpontra takart bakháttal szignifikánsan magasabbak lettek, mint takart sík kezelés esetén, kivéve 2003-ban, amikor nem volt szignifikáns különbség az egyes kezelések között. A növénymagasság 2001-ben volt legkisebb, amikor a talajhőmérsékletek viszonylag alacsonyak voltak.

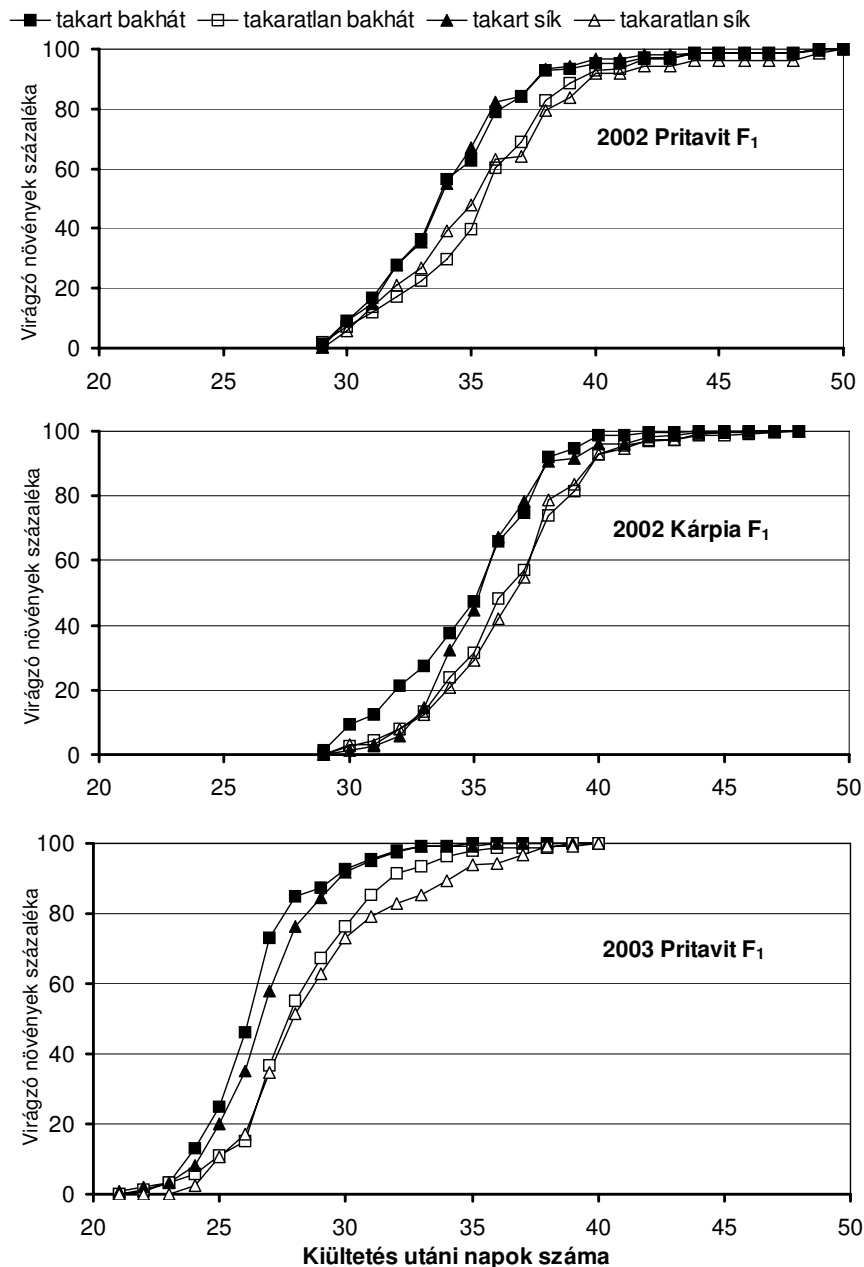
Virágzás

Az első virágok nyílásában mindkét évben mindkét hibridnél hasonló tendencia adódott, a két takart kezelés növényei előbb kezdtek virágozni a takaratlan kezelésekhöz viszonyítva (4. ábra).

A két évet összehasonlítva 2003-ban a növények a kiültetéstől számítva 8 nappal korábban kezdtek virágozni, mint 2002-ben, és mindkét évben 19-21 napba telt, míg minden parcellában az összes növényen megjelent az első virág.

Mivel azonban az állomány kiegyenlített volt, a többi növényhez képest korán vagy későn virágzóakat figyelmen kívül hagyva meghatároztam az állomány 90%-ának virágzáskezdését. 2002-ben mindkét hibridnél takarással a kiültetés utáni 30-38. nap között, takarás nélkül a 30-40. nap között kezdett virágozni a növények 90%-a. 2003-ban a Pritavit F₁-nél takarással a kiültetés utáni 22-30. nap között, takarás nélkül bakháton a 22-32., míg takarás nélkül sík talajon a 25-35. nap között kezdődött a növények 90%-ának virágzása.

FARIAS-LARIOS és munkatársai (1994) szintén azt az eredményt kapták uborka esetében, hogy a talajtakaró fóliák hatására kialakult magasabb talajhőmérséklet korábbi virágzást eredményezett.



4. ábra: Bakhát és talajtakarás hatása az első virágok nyílására (Gödöllő, 2002-2003; fajta: Pritavit F₁, Kárpia F₁)

A vegetatív jellemzőket együtt vizsgálva megállapítható, hogy a növények a magasabb talajhőmérséklet hatására erőteljesebb vegetatív növekedést mutattak, és valószínűleg ennek köszönhetően előbb kezdtek el virágozni. Ezek az eredmények megegyeznek az irodalmi adatokkal (WIEN - MINOTTI 1993, FARIAS-LARIOS et al. 1994).

4.1.3. Termésmennyiség

A Pritavit F₁ főbb termésjellemzőit a 25. táblázat és az 5. ábra tartalmazza. A Pritavit F₁ esetében 2001-ben 3,32-3,82 kg/m² között alakult a termésátlag, ami a kedvezőtlen környezeti tényezőkkel magyarázható (kiültetés után szélvihar, levéltetű-invázió, ennek következtében később vírusfertőzés, viszonylag hűvös nyár, jégeső), míg a másik két évben 4,15-5,87 kg/m² közötti termésátlagok születtek, ami a hazai viszonyokhoz képest igen jó eredménynek számít biológiai érettségben betakarított fajták esetében.

2001-ben sem a korai, sem a teljes termésátlag esetében nem adódott szignifikáns különbség a kezelések között. A legnagyobb termésátlagot takart bakhátas kezeléskor mértem, 13%-kal többet, mint takaratlan sík kezelés esetén. A nagyobb termésátlag a nagyobb bogyóátlagtömegből adódott, mely szignifikánsan nagyobb volt, mint a takart és a takarás nélküli sík kezelések esetében.

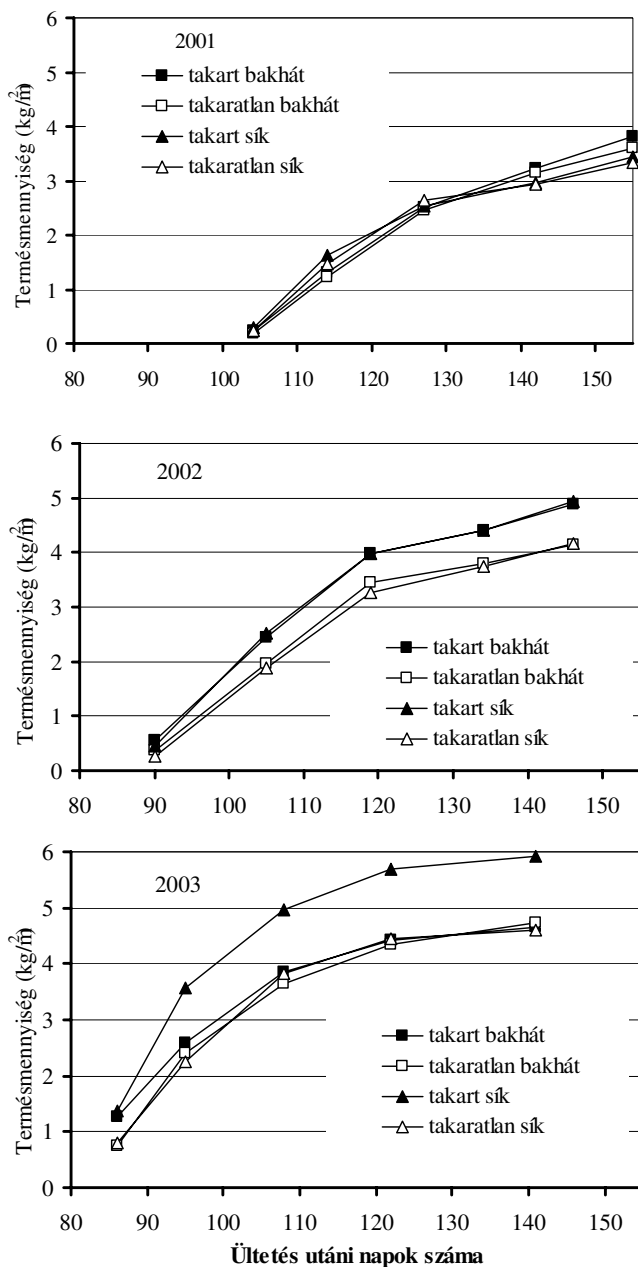
2002-ben a korai és a teljes termésátlag mindkét takart kezeléskor szignifikánsan nagyobb volt, mint a két takaratlan kezelés esetében. A két takart kezelés mindkét esetben közel azonos eredményt adott. A bogyóátlagtömeg bakhátat alkalmazva szignifikánsan nagyobb lett, mint sík termesztés esetén. A nagyobb termésátlagot a takart sík kezeléskor a több bogyó, míg takart bakhátánál a nagyobb méretű és több bogyó együttesen eredményezte.

2003-ban más tendenciát kaptam az első két évhez képest. A korai termésátlagot vizsgálva a takart sík kezelés növényei négyzetméterenként közel 1 kg-mal többet teremtek, mint a takart bakhátas kezelés növényei, és a takart bakhátas kezelés növényei nem teremtek számottevően többet a két takaratlan kezelés növényeinél. A teljes termésátlagot vizsgálva is hasonló eredmény mutatkozott, a takart sík kezelés négyzetméterenként már több mint 1kg-mal termett többet a takart bakhátas kezeléskor, amely a két takaratlan kezeléshez hasonló eredményt ért el. A takart bakhát által elért kisebb termés egyik lehetséges magyarázata az, hogy a talaj már túlzott mértékben felmelegedett, főként a virágzás kezdetének időszakában, és ronthatta a kötődést. A takart sík kezelés növényei által elért nagy termés a mindhárom kezeléshez viszonyítva szignifikánsan több bogyónak, valamint a takart bakhátas kezeléshez viszonyítva szignifikánsan nagyobb bogyóknak köszönhető.

25. táblázat: Bakhát és talajtakarás hatása a főbb termésjellemzőkre (Gödöllő, 2001-2003; fajta: Pritavit F₁)

2001	takart bakhát	takaratlan bakhát	takart sík	takaratlan sík	SZD5%
korai termésátlag (kg/m²)	0,23	0,18	0,30	0,23	-
teljes termésátlag (kg/m²)	3,82	3,60	3,43	3,32	-
összes egészséges bogyó (db/m²)	44	43	46	43	-
bogyóátlagtömeg (g)	88,5	84,3	75,0	77,5	6,8
2002					
korai termésátlag (kg/m²)	2,45	1,97	2,53	1,89	0,43
teljes termésátlag (kg/m²)	4,89	4,15	4,94	4,18	0,47
összes egészséges bogyó (db/m²)	44	35	47	40	5
bogyóátlagtömeg (g)	111	120	105	105	6,5
2003					
korai termésátlag (kg/m²)	2,62	2,40	3,51	2,24	0,42
teljes termésátlag (kg/m²)	4,69	4,67	5,87	4,59	0,55
összes egészséges bogyó (db/m²)	37	34	43	33	6
bogyóátlagtömeg (g)	126	136	137	138	9

Az 5. ábra a Pritavit F₁ termésdinamikáját szemlélteti. 2001-ben az első két szedés során a takart sík kezelés termett legtöbbet, és a kumulatív termés a harmadik szedésig a két sík kezelés esetén volt több, bár a különbség nem volt számottevő. A harmadik szedés után fordult a helyzet, a két bakhátas kezelés ért el nagyobb termésmennyiséget. 2002-ben a két takart kezelés az összes szedés alkalmával többet termelt a két takarás nélküli kezeléshez viszonyítva. 2003-ban az első szedéskor a két takart kezelés még közel azonos mennyiségű termést ért el, majd a második szedéstől kezdve a takart sík kezelés jelentősen megelőzte a másik három kezelést, míg a takart bakhát a két takaratlan kezeléshez hasonló eredményt adott.



5. ábra: Bakhát és talajtakarás hatása a halmozott termésmennyiségre (Gödöllő, 2001-2003; fajta: Pritavit F₁)

A Kárpia F₁ főbb termésjellemzőit a 26. táblázat és a 6. ábra tartalmazza. 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.

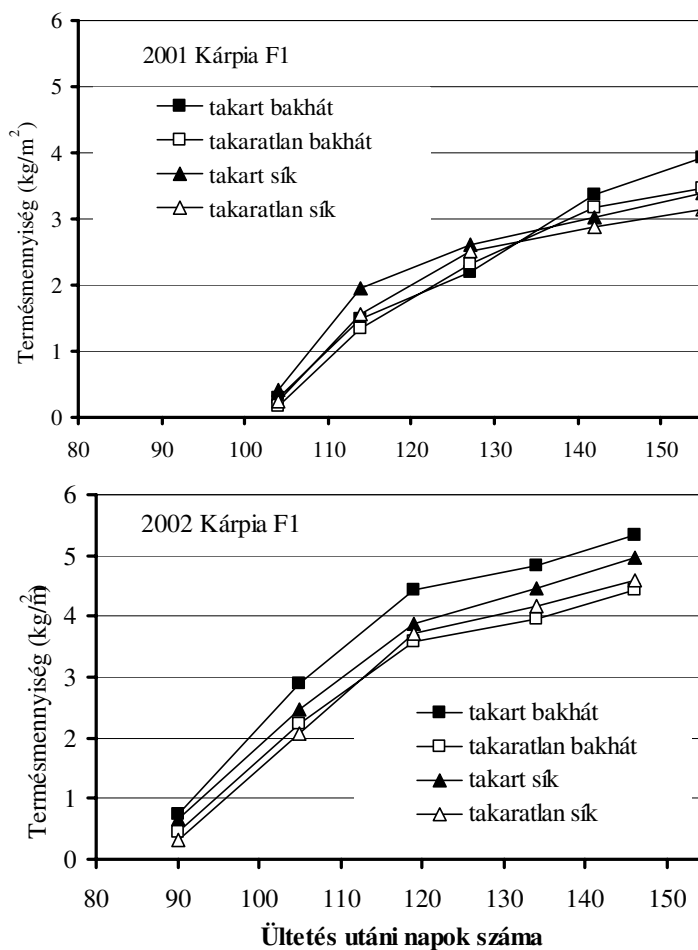
2001-ben a takart sík kezelés mindkét takaratlan kezelésnél szignifikánsan nagyobb korai termésátlagot ért el, míg a takart bakhátas kezelés nem különbözött szignifikánsan a takaratlan kezelésektől. A teljes termésátlagot vizsgálva a takart bakhátas kezelés a többi kezelésnél szignifikánsan nagyobb termésátlagot eredményezett, ami a szignifikánsan nagyobb bogyóátlagtömeeggel magyarázható.

2002-ben a korai időszakban mindkét takart kezelés szignifikánsan többet termelt a két takaratlan kezelésnél, míg a teljes időszakot vizsgálva a takart bakhátas kezelés növényei az összes többi kezelésnél szignifikánsan többet termettek, a takart sík kezelés növényei pedig csak a takarás nélküli bakhát növényeinél termettek szignifikánsan többet. A négyzetméterenkénti bogyó darabszám a két takart kezelésben szignifikánsan nagyobb lett, mint a két takaratlan kezelésben.

26. táblázat: Bakhát és talajtakarás hatása a főbb termésjellemzőkre (Gödöllő, 2001-2002; Kárpia F₁)

2001	takart bakhát	takaratlan bakhát	takart sík	takaratlan sík	SZD5%
korai termésátlag (kg/m²)	0,29	0,17	0,42	0,25	0,14
teljes termésátlag (kg/m²)	3,92	3,47	3,38	3,16	0,38
összes egészséges bogyó (db/m²)	58	57	55	54	-
bogyóátlag-tömeg (g)	67	61	62	59	5
2002					
korai termésátlag (kg/m²)	2,90	2,24	2,47	2,07	0,23
teljes termésátlag (kg/m²)	5,35	4,43	4,95	4,60	0,38
összes egészséges bogyó (db/m²)	64	53	65	58	6
bogyóátlagtömeg (g)	84	84	76	80	6

A 6. ábra a Kárpia F₁ termésdinamikáját szemlélteti. 2001-ben az első három szedésig a takart sík kezelés halmozott termésmennyisége volt legnagyobb, míg az utolsó két szedésre a takart bakhát megelőzte a másik három kezelést. 2002-ben végig a két takart kezelés termelt legtöbbet, de bakhát takarásával több termést értünk el, mint sík talaj takarásával.



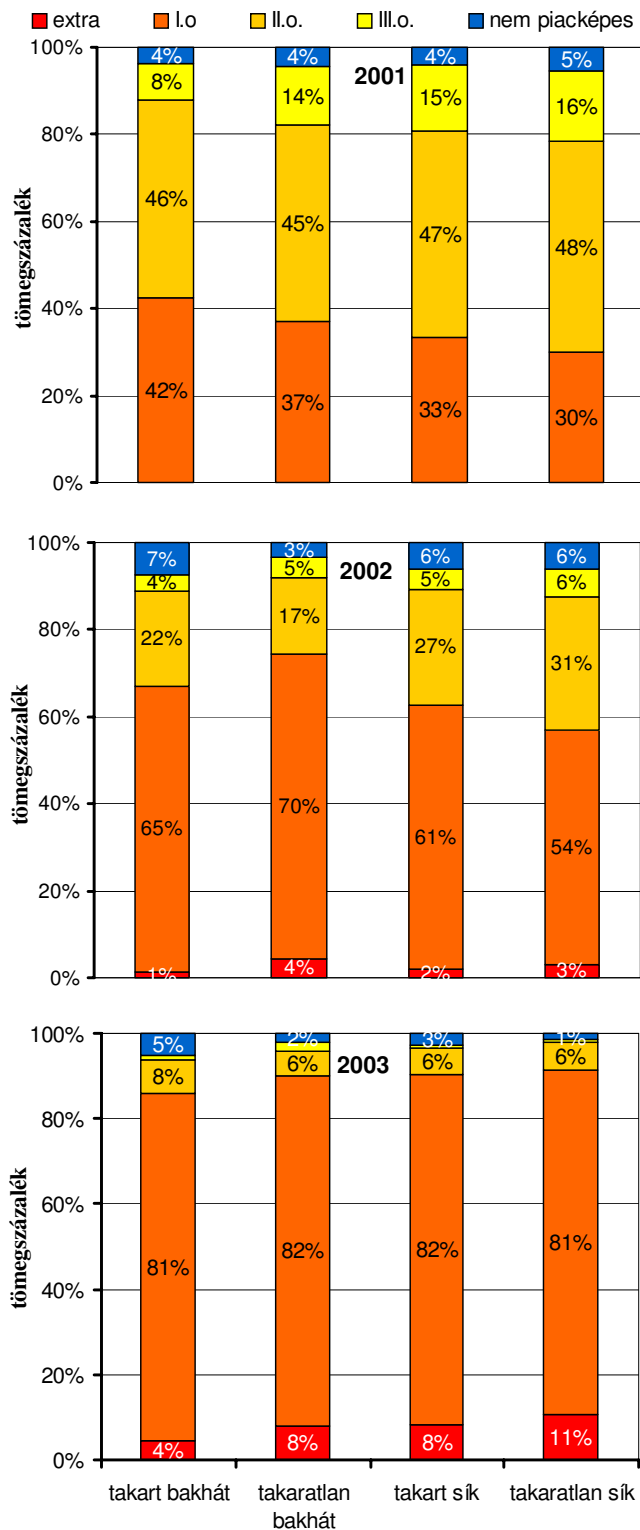
6. ábra: Bakhát és talajtakarás hatása a halmozott termésmennyiségre (Gödöllő, 2001-2002; Kárpia F₁)

A három év és a két hibrid eredményeit összevetve megállapítható, hogy a paprika számára a tenyészidőszak nagy részében optimális talajhőmérsékletet biztosító kezelések nagyobb termésátlagot eredményeztek. A Pritavit F₁ számára a takart bakhátas kezelés esetében 2003-ban, főként a korai időszakban kialakuló talajhőmérséklet valószínűleg már túl magas volt, és emiatt maradt el a termésmennyiség szempontjából a takart sík kezeléshez viszonyítva. A Kárpia F₁ valószínűleg jobban viseli, sőt egy bizonyos mértékig igényli is a magasabb talajhőmérsékletet, ezt bizonyítja, hogy 2002-ben, amikor a talajhőmérséklet a 2003-ashoz viszonyítva alacsonyabb volt, a Pritavit F₁ a takart bakhátas kezelésben nem haladta meg a takart sík kezelés termésmennyiségét, míg a Kárpia F₁ takart bakháton természetesen szignifikánsan többet termelt, mint takart sík termesztésben.

4.1.4. Termésminőség

Az Anyag és módszer fejezetben leírtak szerint minden szedés alkalmával 5 minőségi osztályba válogattuk szét a terméseket. A 27. és 28. táblázatok, valamint a 7. és 8. ábrák a termésmennyiség minőségi osztályok szerinti mennyiségi és százalékos megoszlását szemléltetik. A Pritavit F₁ esetében (7. ábra, 27. táblázat) 2001-ben a II. osztályú, míg 2002-ben és 2003-ban az I. osztályú paprikák aránya volt nagyobb, ez a 2001-es kedvezőtlen környezeti viszonyokkal

magyarázható. 2001-ben a kezelések között az I. osztályú paprikák mennyiségében volt szignifikáns különbség, fekete fóliával takart bakháton a másik három kezelésnél szignifikánsan több I. osztályú paprika termett. 2002-ben a takart bakhátas kezeléssel a takaratlan sík kezelésnél szignifikánsan több I. osztályú paprikát kaptunk, míg 2003-ban a takart sík kezelés eredményezett a másik három kezelésnél szignifikánsan több I. osztályú termést.



7. ábra: A termésmennyiség minőségi osztályok szerinti százalékos megoszlása (Gödöllő, 2001-2003; Pritavit F₁)

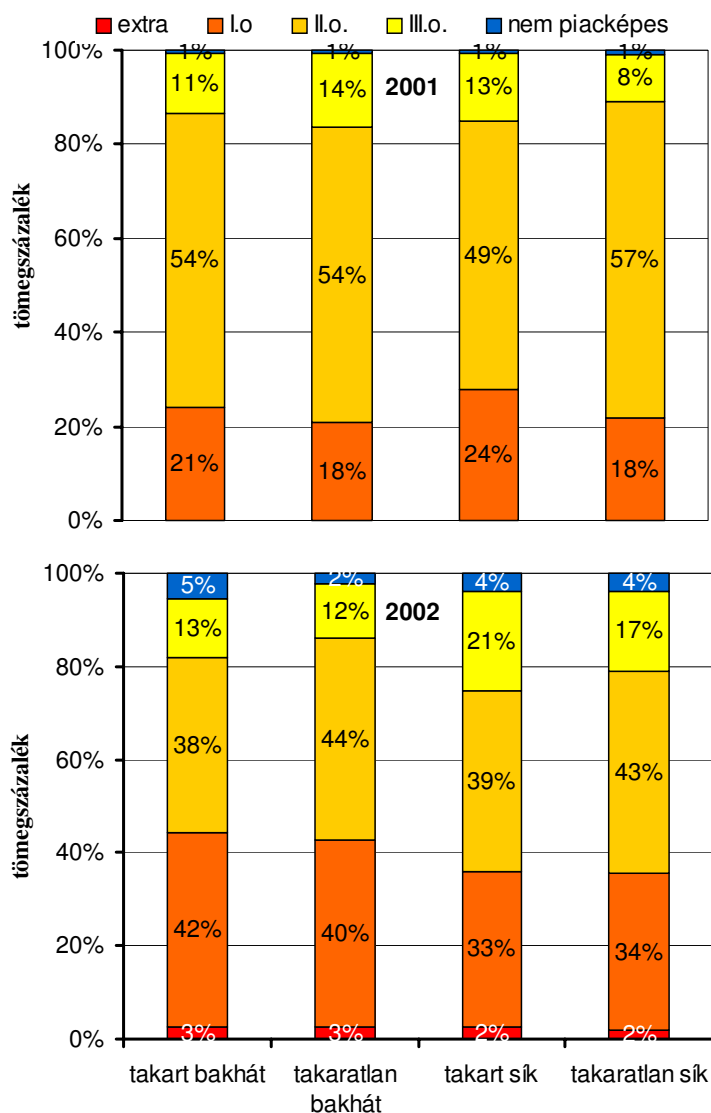
27. táblázat: A termésmennyiség minőségi osztályok szerinti megoszlása (kg/m²) (Gödöllő, 2001-2003; Pritavit F₁)

2001	extra	I.o.	II.o.	III.o.	nem piacképes
Takart bakhát	-	1,68	1,82	0,33	0,15
Takaratlan bakhát	-	1,35	1,63	0,49	0,16
Takart sík	-	1,15	1,63	0,53	0,13
Takaratlan sík	-	1,02	1,64	0,56	0,18
SZD5%	-	0,29	-	-	-
2002	extra	I.o.	II.o.	III.o.	nem piacképes
Takart bakhát	0,08	3,45	1,15	0,21	0,39
Takaratlan bakhát	0,18	3,02	0,74	0,21	0,15
Takart sík	0,10	3,19	1,39	0,25	0,31
Takaratlan sík	0,13	2,4	1,38	0,27	0,28
SZD5%	-	0,57	-	-	-
2003	extra	I.o.	II.o.	III.o.	nem piacképes
Takart bakhát	0,22	4,02	0,38	0,06	0,25
Takaratlan bakhát	0,38	3,91	0,28	0,10	0,01
Takart sík	0,50	4,95	0,38	0,04	0,16
Takaratlan sík	0,49	3,76	0,30	0,04	0,07
SZD5%	-	0,47	-	-	-

A Kárpia F₁ esetében (8. ábra, 28. táblázat) 2001-ben szintén a II. osztályú paprikák aránya volt a legmagasabb minden kezelés esetében, míg 2002-ben csak a takart bakhátas kezelés esetén volt magasabb az I. osztályú paprikák aránya, mint a II. osztályúaké.

2001-ben csak az I. osztályú paprikák mennyiségében volt szignifikáns különbség a kezelések között, a két takart kezelés növényei szignifikánsan több I. osztályú paprikát termettek a két takaratlan kezeléshez viszonyítva, 2002-ben pedig takart bakhátat alkalmazva volt szignifikánsan több I. osztályú paprika, mint a másik három kezelést alkalmazva.

Az eredmények alapján mindkét hibridnél minden évben azok a kezelések adtak több jobb minőségű, I. osztályú termést, amelyek nagyobb arányban biztosítottak optimális talajhőmérsékletet a tenészedőszak folyamán.



8. ábra: A termésmennyiség minőségi osztályok szerinti százalékos megoszlása (Gödöllő, 2001-2002; Kárpia F₁)

28. táblázat: A termésmennyiség minőségi osztályok szerinti megoszlása (kg/m²) (Gödöllő, 2001-2002; Kárpia F₁)

2001	extra	I.o.	II.o.	III.o.	nem piacképes
Takart bakhát	-	0,95	2,47	0,50	0,03
Takaratlan bakhát	-	0,72	2,20	0,55	0,02
Takart sík	-	0,95	1,94	0,49	0,03
Takaratlan sík	-	0,64	1,97	0,29	0,02
SZD5%	-	0,20	-	-	-
2002	extra	I.o.	II.o.	III.o.	nem piacképes
Takart bakhát	0,15	2,35	2,13	0,71	0,30
Takaratlan bakhát	0,12	1,81	1,97	0,53	0,10
Takart sík	0,13	1,73	2,01	1,10	0,20
Takaratlan sík	0,10	1,61	2,07	0,82	0,19
SZD5%	-	0,35	-	0,29	-

4.2. Különböző színű talajtakaró fóliák hatásának vizsgálata

4.2.1. Talajhőmérséklet

Átlagos talajhőmérséklet a teljes tenyészidőszakban

A 2002-es és 2003-as tenyészidőszak átlagos talajhőmérsékletét a 29. táblázat tartalmazza. Az adatokból jól látható, hogy mindkét évben az összes talajtakaró fólia szignifikánsan, 1,4-2,9°C-kal növelte a talaj hőmérsékletét 10 cm-es mélységben 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. 2002-ben a talaj lila és világoszöld fóliatakarással 2,5-2,8°C-kal jobban felmelegedett a kontroll kezeléshez viszonyítva, a sötét színű fóliák pedig 1,4-1,9°C-os talajhőmérséklet-növekedést eredményeztek. 2003-ban az áttetsző és lila fóliák alatt 2,6-2,9°C-kal volt magasabb a talajhőmérséklet, mint takaratlan talaj esetén, a sötét színű fóliák alatt pedig 1,4-2,1°C volt a különbség a kontroll kezeléshez viszonyítva.

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

	Átlagos talajhőmérséklet (°C)		Eltérés a kontrollhoz képest (°C)	
	2002	2003	2002	2003
áttetsző	-	24,3	-	2,9
világoszöld	22,6	-	2,5	-
lila	22,9	24,0	2,8	2,6
sötétzöld	21,8	23,5	1,7	2,1
piros	22,0	23,1	1,9	1,7
fekete	21,5	22,8	1,4	1,4
takaratlan (kontroll)	20,1	21,4	-	-
SzD5%	0,5	0,6	-	-

A fekete talajtakaró fólia esetében hasonló eredményt kaptunk, mint DÍAZ-PÉREZ és DEAN BATAL (2002), ők 1,2 és 1,4°C hőmérséklet-növekedést mértek két különböző évben 10 cm mélységben takaratlan talajhoz viszonyítva, bakhátas természetben. LAMONT (1993) szerint a talajhőmérséklet növekedése napközben 10 cm-es mélységben fekete fólia esetén 1,7°C, míg áttetsző fólia esetén 3,3-5°C. Más fóliaszínek esetén az irodalmi adatokkal való összehasonlítás nehézkes, mivel két ugyanolyan (hasonló) színű fólia fényvisszaverő képessége (optikai tulajdonságai), és ebből adódóan talajfelmelegítő-képessége különbözhet (DÍAZ-PÉREZ - DEAN BATAL 2002).

Az eltérő időjárásából adódóan az egyes kezelések a két évben különböző mértékű felmelegedést eredményeztek. 2003-ban a talajhőmérséklet takarás nélkül 1,3°C-kal magasabb volt, mint 2002-ben. Ezt az eltérő időjárás, a magasabb léghőmérséklet és a feltételezhetően nagyobb besugárzás eredményezte. Ebből adódóan a talajtakaró fóliák is nagyobb mértékben melegítették fel a talajt, mint első évben. Az egyes fóliák által eredményezett hőmérséklet-növekedés mindkét évben közel azonos volt.

Minimum és maximum talajhőmérsékletek

A mért adatsorokból meghatároztam a minimum és a maximum talajhőmérsékleti értékeket az egyes kezelések esetében (30. táblázat). A minimum hőmérsékleti érték mindkét évben takarás nélkül volt a legalacsonyabb, a maximum érték pedig a világos színű (áttetsző, világoszöld, lila) fóliák alatt lett a legmagasabb, meghaladva a 42°C-ot.

30. táblázat: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása a talaj 10 cm mélységben mért abszolút minimum és maximum hőmérsékletére (Gödöllő, 2002-2003)

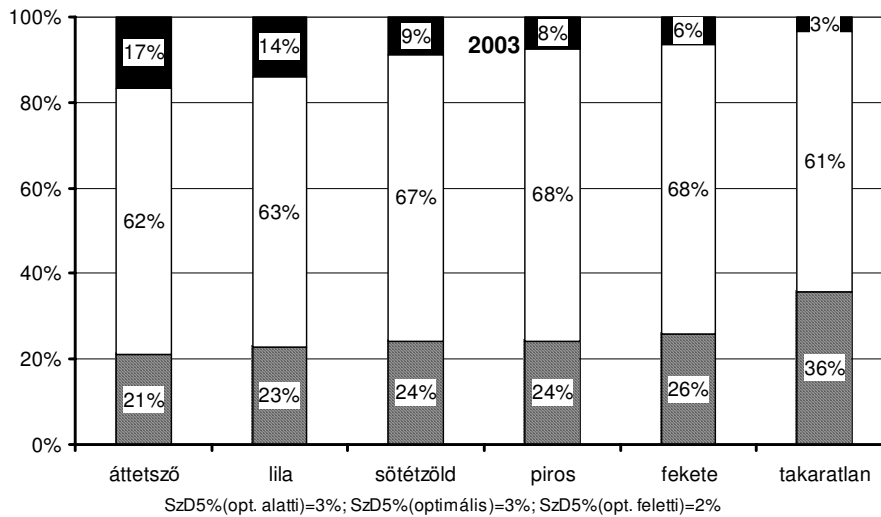
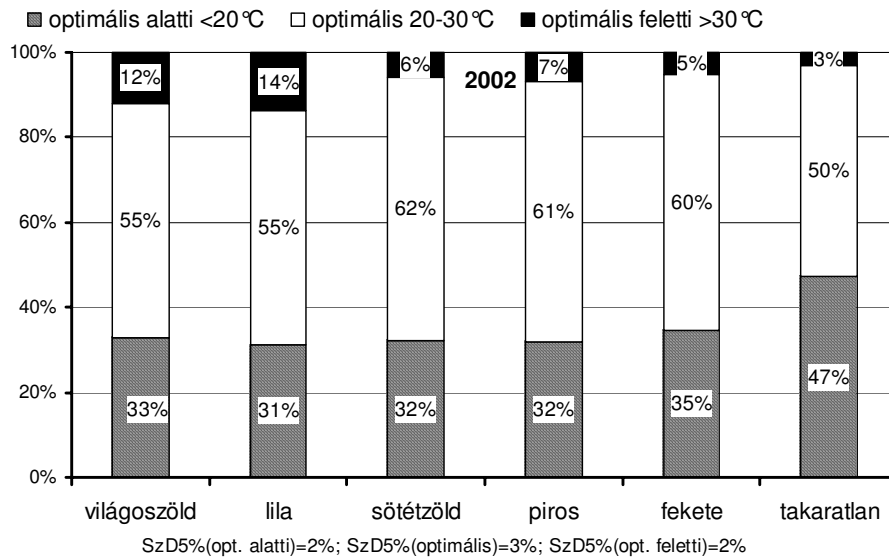
	Minimum (°C)		Maximum (°C)	
	2002	2003	2002	2003
áttetsző	-	13	-	42,6
világoszöld	8,1	-	42,9	-
lila	8,6	12,4	42,5	42,8
sötétzöld	9,2	12,5	37,6	41,7
piros	9,1	12,6	38,9	39,1
fekete	8,8	12,0	37,0	38,8
takaratlan	7,4	10,9	37,0	36,9
SzD5%	0,5	0,6	2,0	1,9

A paprika számára optimális talajhőmérsékleti értékek aránya

A teljes tenyészidőszakok alatt mért hőmérsékleti adatokat szintén 3 hőmérsékleti tartományra osztottam, az előző kísérletcsoportéhoz hasonlóan. Irodalmi adatok alapján ebben az esetben is a 20-30°C közé eső értékeket tekintettem optimálisnak (SOMOS 1981, GOSSELIN - TRUDEL 1986).

2002-ben és 2003-ban is a sötét színű fóliák (sötétzöld, piros, fekete) esetében volt legmagasabb a paprika számára optimális hőmérsékleti értékek aránya, szignifikánsan magasabb, mint a többi kezelés esetében (9. ábra). A legtöbb optimum alatti érték mindkét évben takaratlan kezelést alkalmazva, a legtöbb optimum feletti érték pedig a világos színű (áttetsző, lila, világoszöld) fóliákat alkalmazva adódott. Tehát mindkét évben a sötét színű talajtakaró fóliák elégitették ki legnagyobb mértékben a paprika talajhőmérséklettel szemben támasztott igényét.

A két évet összehasonlítva megállapítható, hogy 2003-ban az optimális értékek aránya minden kezelés esetében magasabb volt, mint 2002-ben. A melegebb 2003-as évben az optimális értékek arányának növekedése a 2002-es évhez viszonyítva a takaratlan kezelés esetében volt a legmagasabb (11%), magasabb, mint fóliatakarást alkalmazva. Ez is alátámasztja, hogy hűvösebb években nagyobb hatása lehet a talajtakarásnak.

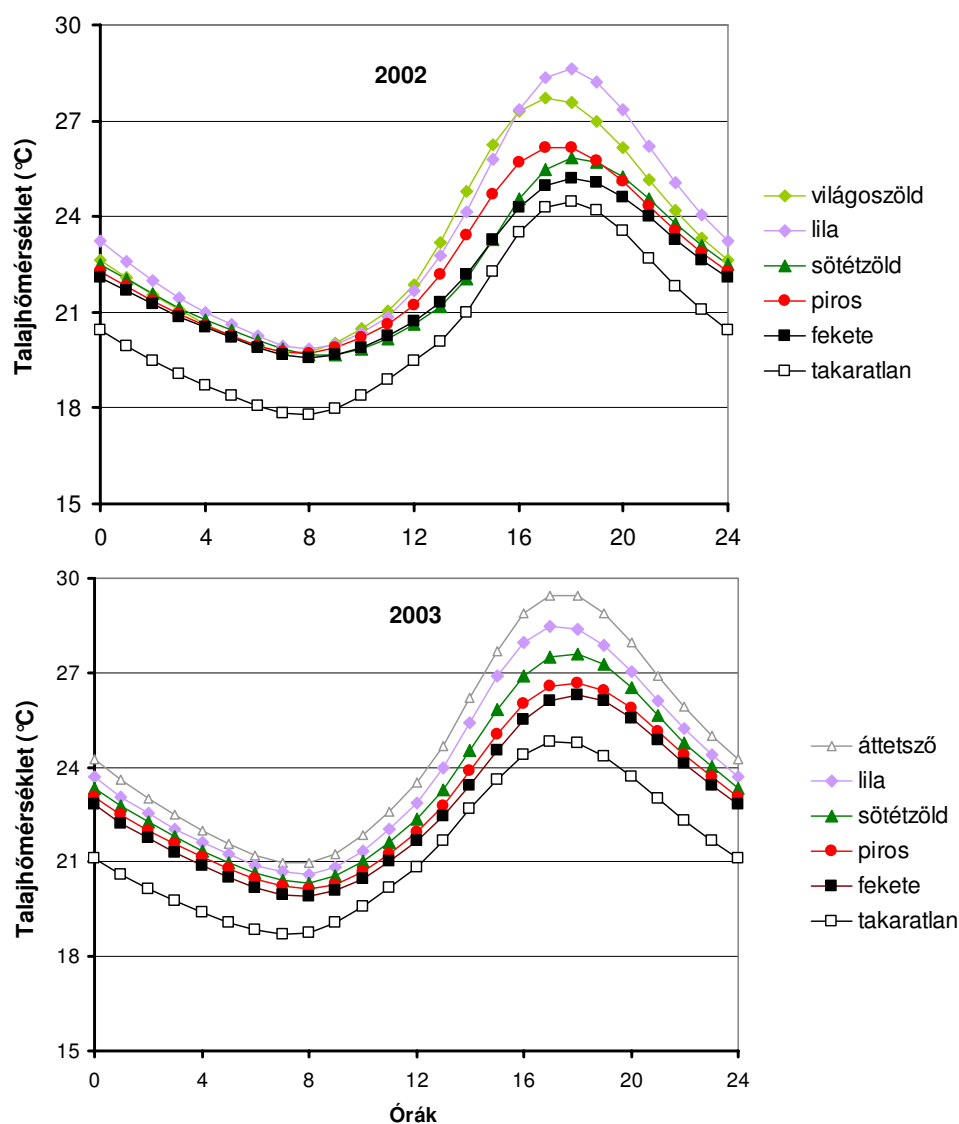


9. ábra: Az optimális, az optimális alatti és az optimális feletti talajhőmérsékleti értékek százalékos megoszlása kezelésenként (Gödöllő, 2002-2003)

A talajhőmérséklet napi menete

A talaj hőmérsékletének 10 cm-es mélységben mért napi menetét szemléltető 10. ábráról leolvasható, hogy a teljes tenyészidőszakot tekintve a talajhőmérséklet a bakhát nyugati oldalán reggel 7-8 óra között volt a legalacsonyabb és este 17-18 óra között a legmagasabb. A takaratlan kontroll kezelés az éjszaka folyamán jobban lehűlt és napközben kevésbé melegedett fel, mint a fóliával takart kezelések.

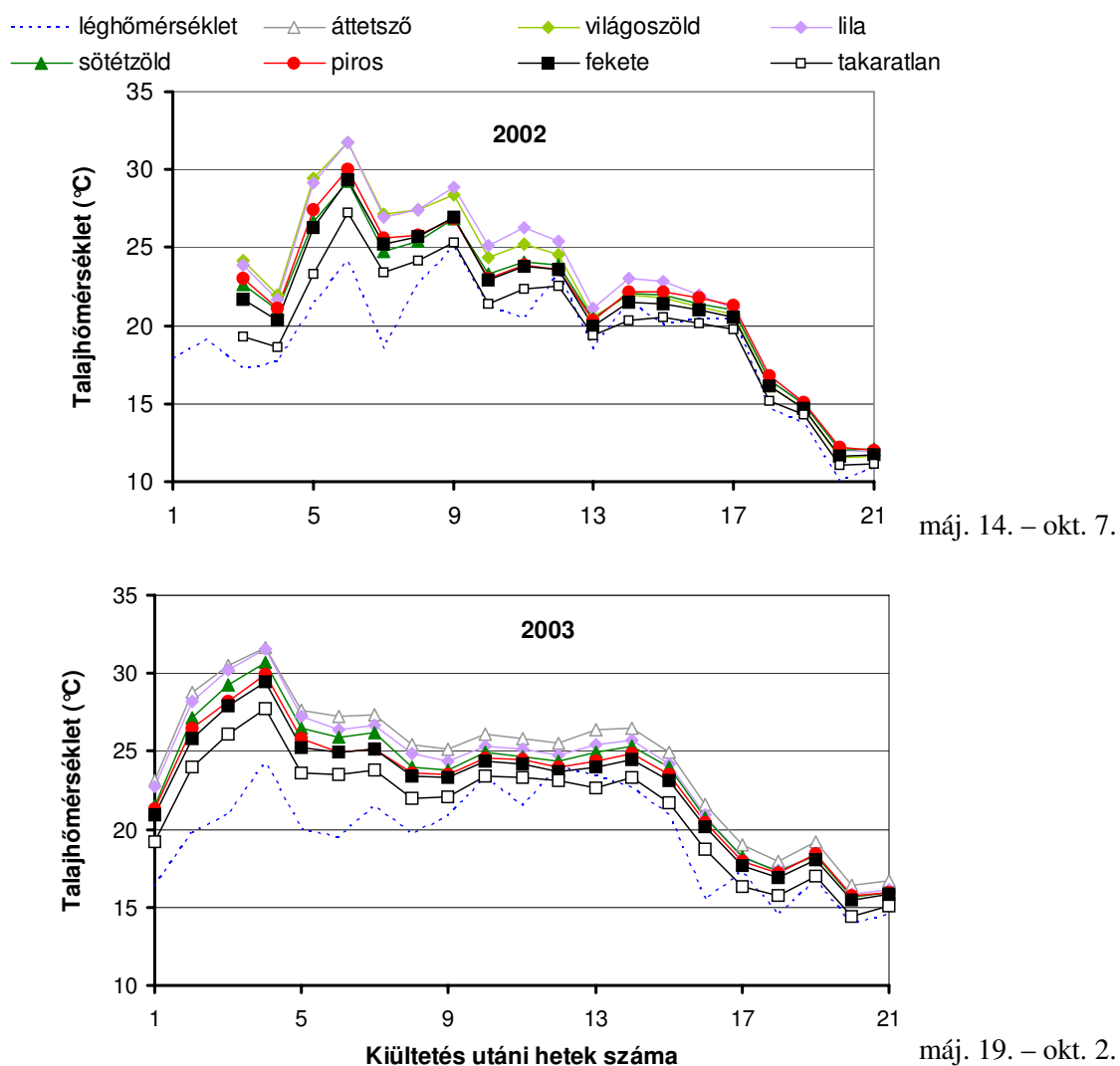
A takart kezelések között számottevő különbség nappal alakult ki, az éjszaka folyamán történő lehűléseket 2002-ben nem, 2003-ban kismértékben befolyásolta a fólia színe. 2002-ben a talaj a fóliák alatt azonos hőmérsékletűre hűlt le, 2003-ban is csak maximum 1°C különbség alakult ki közöttük, legkisebb mértékben az áttetsző fólia alatt hűlt le a talaj.



10. ábra: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása a talaj hőmérsékletének napi menetére a tenyészidőszak átlagában. Az egyes szimbólumok a tenyészidőszak talajhőmérsékletének óránkénti átlagát szemléltetik (Gödöllő, 2002-2003)

A talajhőmérséklet alakulása a tenyészidőszak folyamán

A tenyészidőszak talajhőmérsékletének és léghőmérsékletének mmenetét szemlélteti a 11. ábra, a 31. táblázat pedig az átlagos talajhőmérsékletet havonkénti bontásban. A két évet összehasonlítva a legmagasabb talajhőmérséklet különböző időpontban alakult ki. 2002-ben a kiültetés utáni 5-6. héten, míg 2003-ban a kiültetés utáni 3-4. héten emelkedett legmagasabbra a talajhőmérséklet (11. ábra).



11. ábra: A talajhőmérséklet és a léghőmérséklet hetenkénti átlaga a tenyészidőszakban (Gödöllő, 2002-2003)

A 31. táblázatból megállapítható, hogy 2002-ben június és július hónapban, 2003-ban június hónapban volt legmagasabb az átlagos talajhőmérséklet. Június hónapban 2002-ben a világos színű fóliák 4,4-4,6°C, a sötét színű fóliák pedig 2,3-3,2°C talajhőmérséklet-növekedést eredményeztek a takaratlan kontroll kezeléshez viszonyítva, 2003-ban pedig a világos színű fóliák 3,7-4°C-kal, a sötét színűek pedig 1,8-2,9°C-kal emelték a talaj hőmérsékletét szintén a kontroll kezeléshez viszonyítva.

31. táblázat: A talajhőmérséklet és a léghőmérséklet havonkénti átlaga (°C) (Gödöllő, 2002-2003)

2002	világos-zöld	lila	sötétzöld	piros	fekete	takaratlan	SzD5%	léghőmérséklet
május 28-31.	25,1	24,8	23,7	23,9	22,7	20,1	0,6	19,1
június 1-30.	27,1	26,9	25,1	25,7	24,8	22,5	0,6	19,9
július 1-31.	26,5	27,0	25,0	25,0	24,9	23,4	0,6	22,2
augusztus 1-31.	22,2	23,0	22,1	22,1	21,6	20,7	0,6	20,7
szeptember 1-30.	16,7	17,1	17,1	17,8	16,7	16,0	0,5	15,4
október 1-7.	11,7	12,0	12,1	12,2	11,7	11,1	0,5	10,9
2003	áttetsző	lila	sötétzöld	piros	fekete	takaratlan	SzD5%	léghőmérséklet
május 19-31.	26,3	25,5	24,5	24,1	23,5	21,5	0,9	19,0
június 1-30.	28,9	28,6	27,8	27,0	26,7	24,9	0,7	21,1
július 1-31.	25,7	25,0	24,4	24,1	23,9	22,8	0,7	21,5
augusztus 1-31.	25,7	24,9	24,6	24,1	23,7	22,5	0,7	23,1
szeptember 1-30.	18,2	17,4	17,4	17,3	17,0	15,8	0,6	15,3
október 1-2.	16,3	15,8	15,6	15,6	15,4	14,6	0,4	14,5

A növények árnyékoló hatásával kapcsolatban ugyanaz a tendencia jelentkezett, mint a bakhát és fekete talajtakarás hatását vizsgáló kísérletekben, vagyis 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 beárnyékolták a fóliákat.

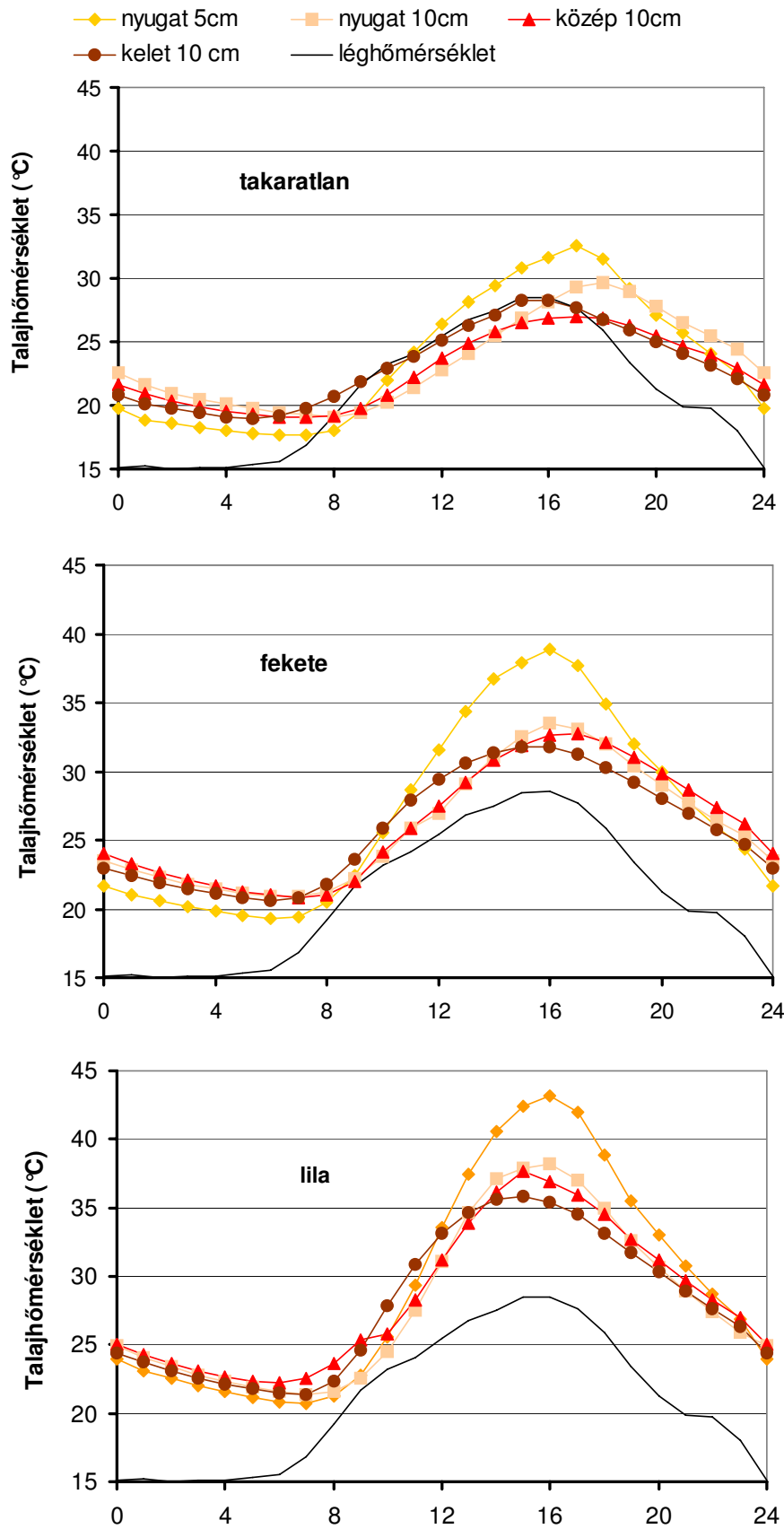
A talajhőmérséklet növekedésének mértékét a léghőmérséklet, a besugárzás és a növények árnyékoló hatása határozták meg. Az egyes kezelések közötti különbség a tenyészidő kezdetén volt a legnagyobb, ezután a növények árnyékoló hatásának növekedése és a besugárzás, valamint a léghőmérséklet csökkenésének hatására kisebb lett a különbség.

4.2.2. Talajprofil hőmérsékletének mérése

A 2003-ban 3 napig végzett profilmérés adataiból a felhőmentes május 13-i nap adatait választottam ki elemzésre (12. ábra).

Minden kezelés esetében a bakhát keleti oldala kezdett el leghamarabb felmelegedni, mivel ezt az oldalt érte legkorábban a napsugárzás. A keleti oldalon 10 cm mélyen mért maximális hőmérséklet azonban nem érte el a nyugati oldalon 10 cm mélyen mért maximális értéket, valószínűleg amiatt, mert a nyugati oldalon nagyobb mennyiségű besugárzás érte a bakhátat. A bakhát közepén 10 cm mélyen mért napi ingadozás a fekete és a lila fóliás kezelés esetében közel azonos volt a nyugati oldalon ugyanilyen mélységben mért ingadozással. Természetesen mindhárom kezelés esetében az 5 cm mélyen mért napi ingadozás esetén mértük a legmagasabb talajhőmérsékleti értéket napközben, és szintén ebben a mélységben hűlt le a talaj legjobban az éjszaka folyamán.

A különböző kezeléseket összehasonlítva megállapítható, hogy a lila és fekete fóliák alatt alakult ki a legnagyobb különbség az eltérő mélységben kapott értékek között. Szintén a lila és a fekete fóliák esetében a takarás nélküli kezeléssel ellentétben minden talajhőmérsékleti érték meghaladta a léghőmérsékleti értékeket. A lila fólia alatt a talajhőmérséklet 5 cm-es mélységben meghaladta a 43°C-ot, a fekete fólia alatt ebben a mélységben nem érte el a 39°C-ot, míg takarás nélkül a 33°C-ot sem.



12. ábra: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása az eltérő helyeken mért talajhőmérséklet napi menetére egy felhőmentes napon (Gödöllő, 2003. május 13.)

A 13. ábrán követhető nyomon a 2004-ben mért talajhőmérséklet napi menete a tenyészidőszak átlagában. Mindhárom kezelés esetében megfigyelhető a talajhőmérséklet tér- és időbeli változásaira jellemző két sajátos jelenség: a fáziseltolódás és az amplitúdócsökkenés.

A fáziseltolódás azt jelenti, hogy a mélység növekedésével a hőmérséklet napi ingadozásának szélső értékei – a maximum és a minimum – időben egyre későbbben következnek be. A fáziseltolódás mértéke mintegy 1 óra/5 cm (SZÁSZ - TŐKEI 1997).

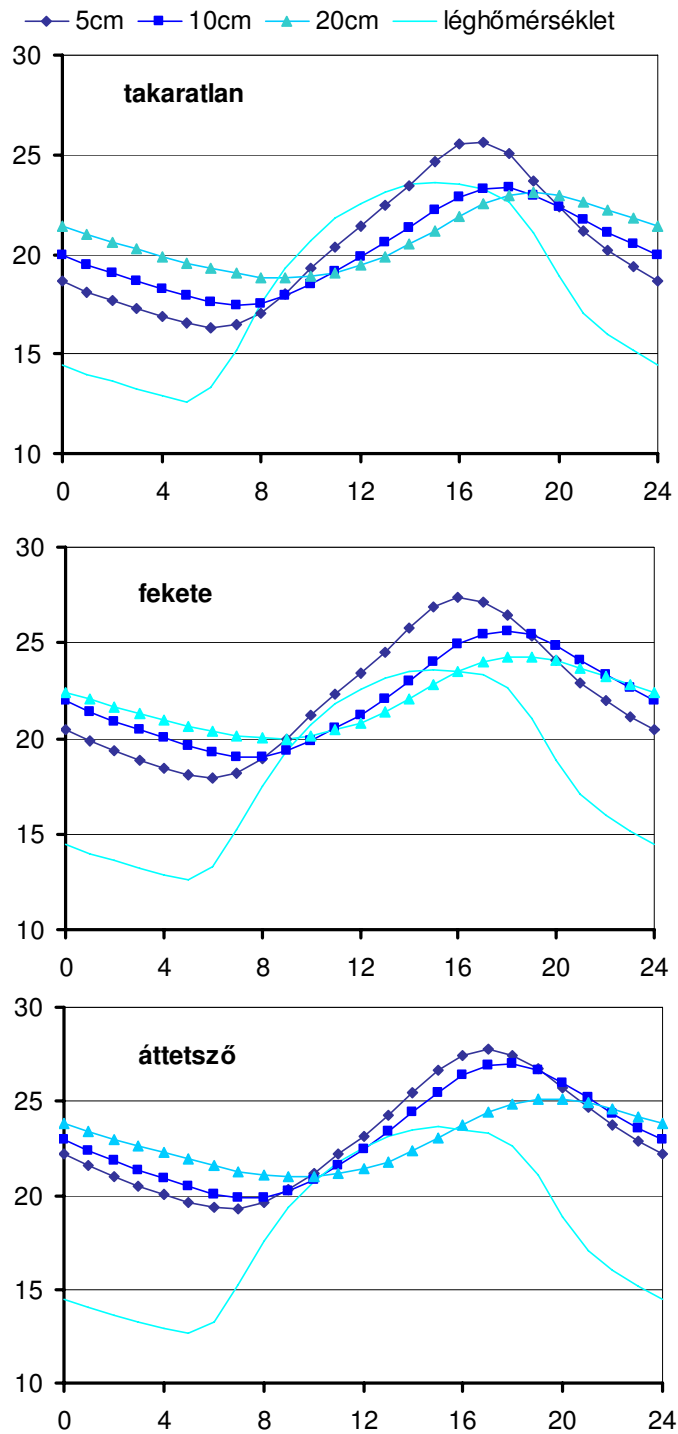
A tenyészidőszak talajhőmérsékletének óránkénti átlagaiból meghatároztam, hogy az egyes kezelések esetében hogyan alakult a fáziseltolódás mértéke (32. táblázat).

32. táblázat: A fáziseltolódás mértéke az egyes kezelések esetében (Gödöllő, 2004)

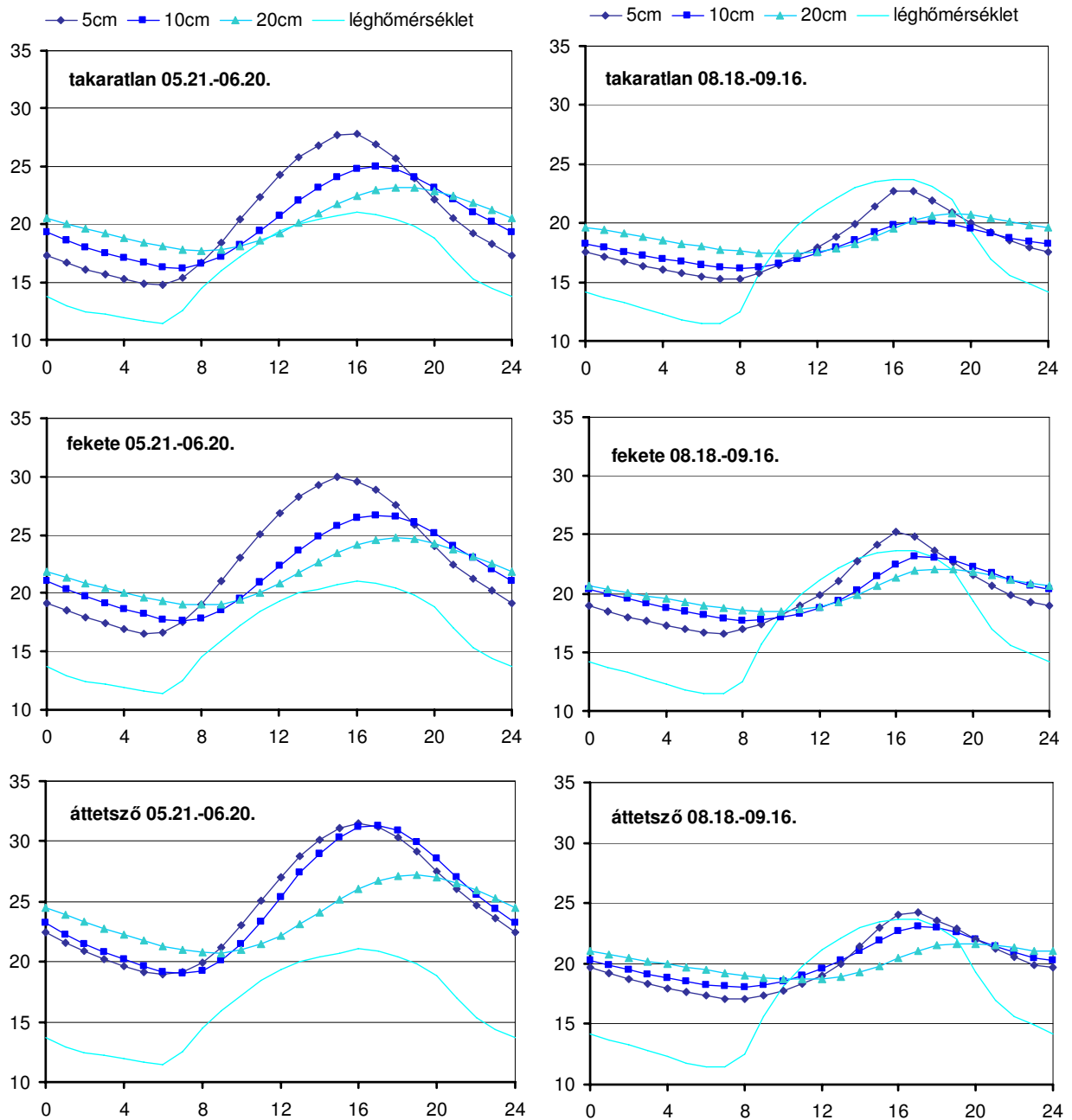
kezelések	min. érték fáziseltolódása		max. érték fáziseltolódása	
	5-10 cm között	10-20 cm között	5-10 cm között	10-20 cm között
takaratlan	1 h	2 h	1 h	1 h
fekete	2 h	1 h	2 h	1 h
lila	0 h	2 h	1 h	2 h

Az amplitúdócsökkenés jelensége a talajhőmérséklet időbeli változásának másik megnyilvánulási formája, és azt fejezi ki, hogy minél mélyebben mérjük a talaj hőmérsékletét, a napi amplitúdó annál kisebb, és létezik olyan mélység, ahol a napi ingás zérussá válik. A napi hőmérsékleti hullám lehatolási mélysége nyáron a nagyobb energiafelvétel miatt nagyobb, mint télen (SZÁSZ - TŐKEI 1997).

A 13. ábrán a három kezelés esetében jól megfigyelhető az amplitúdócsökkenés jelensége. Az áttetsző fóliával takart bakhát esetében kisebb volt az 5 és 10 cm mélyen mért értékek közötti különbség, mint a másik két kezelésnél.



13. ábra: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása az eltérő mélységekben mért talajhőmérséklet napi menetére a tenyészidőszak átlagában (Gödöllő, 2004)



14. ábra: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása az eltérő mélységekben mért talajhőmérséklet napi menetére a május 21-től június 20-ig és az augusztus 18-tól szeptember 16-ig tartó időszakban (Gödöllő, 2004)

A 14. ábra alapján – mely az eltérő mélységekben mért talajhőmérséklet napi menetét mutatja a május 21-től június 20-ig és az augusztus 18-tól szeptember 16-ig tartó időszakban – megállapítható, hogy a tenyészidőszak kezdetén, amikor a növények még nem takarták a bakhátat, nagyobb volt a különböző mélységben mért talajhőmérsékletek közötti különbség, mint a tenyészidő végén, amikor a növények már nagymértékben beárnyékozták a fóliát. Ebben a talaj

tenyésztési időszak során bekövetkező folyamatos tömörödése is szerepet játszhatott. Ha a talajhőmérsékletet a léghőmérséklet alakulásával vetjük össze, megállapítható, hogy a korai időszakban a bakhát minden rétegében magasabb volt a talajhőmérséklet a léghőmérsékletnél, míg a késői időszakban ez már nem mondható el.

4.2.3. A növények növekedése, fejlődése

Vegetatív jellemzők

A Kárpia F₁ vegetatív jellemzőit a 33. táblázat tartalmazza. A szárátmérőt és a növénymagasságot együtt vizsgálva megállapítható, hogy az utolsó mérés alkalmával a fóliával takart kezelések növényei szignifikánsan erőteljesebb vegetatív növekedést mutattak, mint a takaratlan kezelés esetén, kivéve 2003-ban az áttetsző fóliával takart kezelés növényeit, melyek vegetatív növekedése a többi takart kezelés növényeihez viszonyítva gyengébb, a takaratlan kezelés növényeihez hasonló volt (33. táblázat).

33. táblázat: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása a szárátmérére és a növénymagasságra (Gödöllő, 2002-2003; Kárpia F₁)

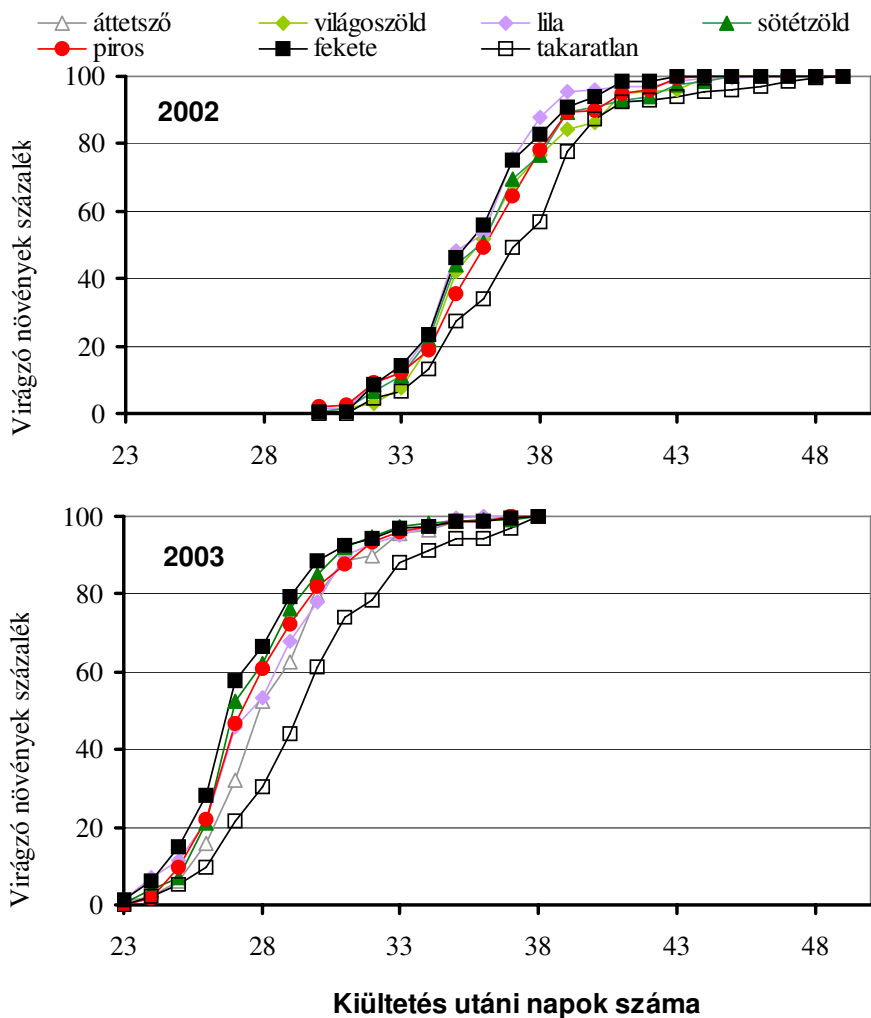
2002	szárátmérő (mm)				magasság (cm)			
	05.31.	06.22.	07.11.	07.31.	05.30.	06.24.	07.11.	08.02.
világoszöld	4,6	8,7	11,7	12,9	20,2	41,5	59,0	71,1
lila	4,7	8,9	11,6	12,6	21,0	43,0	56,5	70,7
sötétzöld	4,6	8,6	11,9	13,1	21,7	44,8	60,7	74,3
piros	4,7	8,8	11,6	12,7	20,2	41,1	60,2	74,9
fekete	4,7	8,8	12,0	13,5	21,8	43,4	59,0	70,7
takaratlan	4,4	7,5	10,2	11,5	21,3	39,7	55,1	66,2
SZD5%	-	0,6	0,7	0,6	1,1	3,2	3,5	4,2
2003								
	05.28.	06.16.	07.07.	07.24.	05.28.	06.17.	07.08.	07.24.
áttetsző	3,7	6,1	10,3	11,9	17,9	29,5	47,4	54,0
lila	3,7	6,9	11,5	12,7	17,6	31,4	52,5	60,7
sötétzöld	3,6	7,1	11,7	13,1	17,7	33,7	55,9	61,6
piros	3,5	7,2	11,9	13,1	17,4	33,1	55,5	61,9
fekete	3,7	7,6	11,9	13,0	17,9	35,9	57,7	62,9
takaratlan	3,5	5,8	9,9	11,3	16,9	28,2	46,1	54,6
SZD5%	0,3	0,6	0,8	0,6	1,6	2,6	3,6	3,3

A fóliával takart kezelések erőteljesebb vegetatív növekedése a kedvezőbb talajhőmérséklettel és talajnedvesség-viszonyokkal magyarázható (WIEN - MINOTTI 1993, FARIAS-LARIOS et al. 1994). Az áttetsző fólia esetén kapott gyengébb vegetatív növekedés oka az lehet, hogy a talajhőmérséklet már túl magas volt a paprika számára. A túl magas talajhőmérséklet pedig károsan befolyásolhatja a vegetatív növekedést (DÍAZ-PÉREZ - DEAN BATAL 2002).

Virágzás

Az első virágok nyílásának időpontját vizsgálva mindkét évben hasonló tendencia adódott, a fóliával takart kezelések növényei korábban kezdtek el virágozni a takaratlan kontroll kezeléshez viszonyítva (15. ábra). A takart kezelések között nem tapasztaltunk számottevő különbséget. 2003-ban a növények 1 héttel korábban kezdtek el virágozni, mint 2002-ben, ami valószínűleg a

melegebb időjárással magyarázható. 2002-ben 19, míg 2003-ban 15 napba telt, míg minden parcellában az összes növényen megjelent az első virág. Ha azonban az állomány kiegyenlítettsége miatt csak a növények 90%-át vizsgálom, akkor a takart kezelések növényei mindkét évben 7-9, míg a takaratlan kezelés növényei 10 nap alatt kezdtek virágozni.



15. ábra: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása az első virágok nyílására (Gödöllő, 2002-2003; Kárpia F₁)

4.2.4. Termésmennyiség

A főbb termésjellemzők alakulását a 34. táblázat és a 16. ábra segítségével szemléltetem. A termésátlag mindkét évben minden kezelés esetében 4,48 és 5,88 kg/m² között alakult, ami Magyarországon szabadföldi termesztési körülmények között kiemelkedően jónak számít az alkalmazott fajtatípus esetén.

34. táblázat: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása a főbb termésjellemzőkre (Gödöllő, 2002-2003; Kárpia F₁)

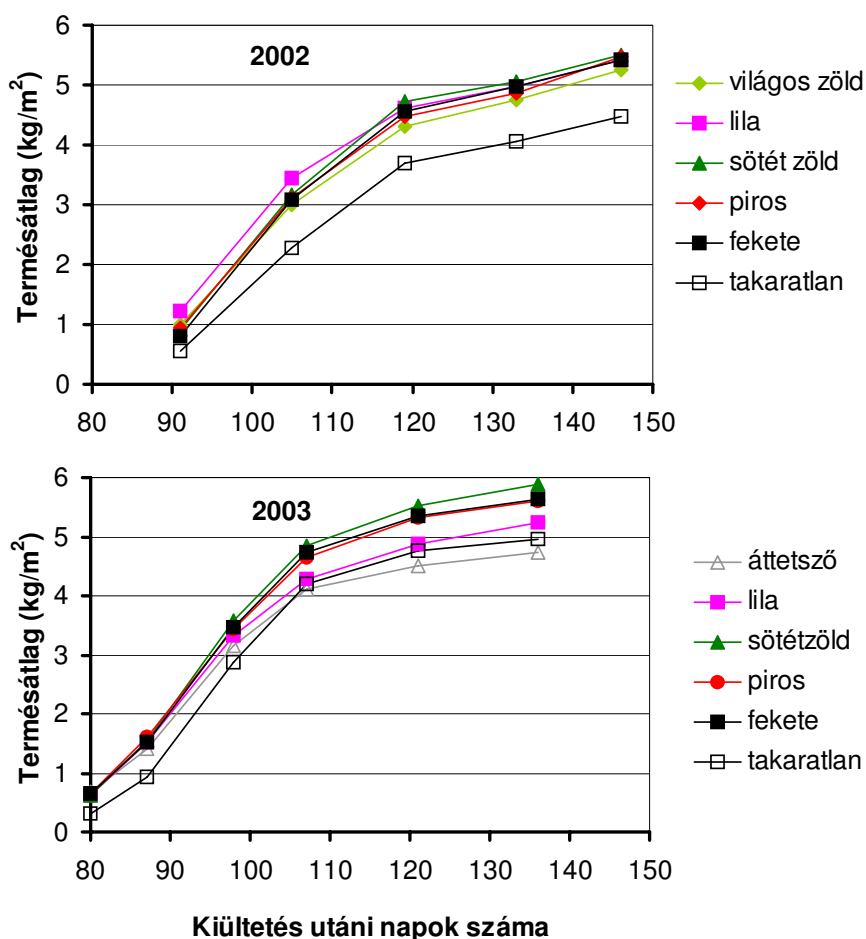
2002	világos-zöld	lila	sötét-zöld	piros	fekete	takaratlan	SZD5%
korai termésátlag (kg/m ²)	3,01	3,45	3,16	3,12	3,08	2,27	0,55
teljes termésátlag (kg/m ²)	5,25	5,41	5,49	5,41	5,42	4,48	0,41
összes egészséges bogyó (db/m ²)	70,4	70,0	67,6	69,5	68,0	57,1	5,8
bogyóátlagtömeg (g)	72	73	76	76	76	75	-
2003	áttetsző	lila	sötét-zöld	piros	fekete	takaratlan	SZD5%
korai termésátlag (kg/m ²)	3,33	3,15	3,47	3,57	3,44	2,88	0,52
teljes termésátlag (kg/m ²)	4,73	5,23	5,88	5,61	5,63	4,95	0,65
összes egészséges bogyó (db/m ²)	50,4	54,5	65,8	62,7	62,9	53,3	6,9
bogyóátlagtömeg (g)	90	95	88	88	88	90	4,0

2002-ben a korai időszakban (augusztusi szedések) a fóliával takart kezelések növényei szignifikánsan többet teremtek, mint a takaratlan kezelés növényei (34. táblázat). A lila fóliatakarás eredményezte a legnagyobb termésátlagot, habár a különbség a többi takart kezeléshez viszonyítva nem volt szignifikáns. A teljes termésátlagot figyelembe véve a takart kezelések szintén szignifikánsan több termést értek el, mint a takaratlan kezelés, az egyes takart kezelések közötti különbség elhanyagolható volt. A nagyobb termésátlag a négyzetméterenkénti több bogyóból adódott. A bogyóátlagtömeg tekintetében nem adódott különbség az egyes kezelések között.

2003-ban eltérő tendenciát kaptam. A sötét színű fóliák ismét szignifikánsan nagyobb korai termésátlagot eredményeztek a takarás nélküli kezeléshez viszonyítva, az áttetsző és lila fóliatakarás azonban nem. A sötét színű fóliák teljes termésátlaga is szignifikánsan több lett a kontroll kezeléshez viszonyítva. Az áttetsző fóliatakarás eredményezte a legkevesebb termést, és a lila fóliával takart kezeléssel is kevesebb termést kaptam, mint a sötét színű fóliával takart kezelésekkal. A kisebb termésátlag a négyzetméterenkénti kevesebb bogyóból adódott. A bogyóátlagtömeg a lila fólia esetén szignifikánsan nagyobb volt, mint a sötét színű fóliák esetében.

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. 2002-ben a takart és takaratlan kezelések közötti különbség nagyobb volt, mint 2003-ban. Ez azt mutatja, hogy a talaj hőmérsékletének egy bizonyos szint fölé emelkedése már nem okoz olyan nagy mértékű termésmennyiség növekedést.

A 16. ábra a Kárpia F₁ termésdinamikáját szemlélteti. 2002-ben a takart kezelések halmozott termése az összes szedés során több volt a takaratlan kontroll kezeléshez viszonyítva, a takart kezelések pedig közel azonos termést értek el, kivéve az első két szedés alkalmával a lila fóliatakarást használó kezelést. 2003-ban a sötét színű fóliák használata szintén végig több halmozott termést eredményezett, mint a kontroll kezelés, viszont a lila és az áttetsző fóliák a negyedik szedéstől a kontroll kezeléshez hasonló termést adtak.



16. ábra: Különböző színű talajtakaró fóliák hatása a halmozott termésmennyiségre (Gödöllő, 2002-2003; Kárpia F₁)

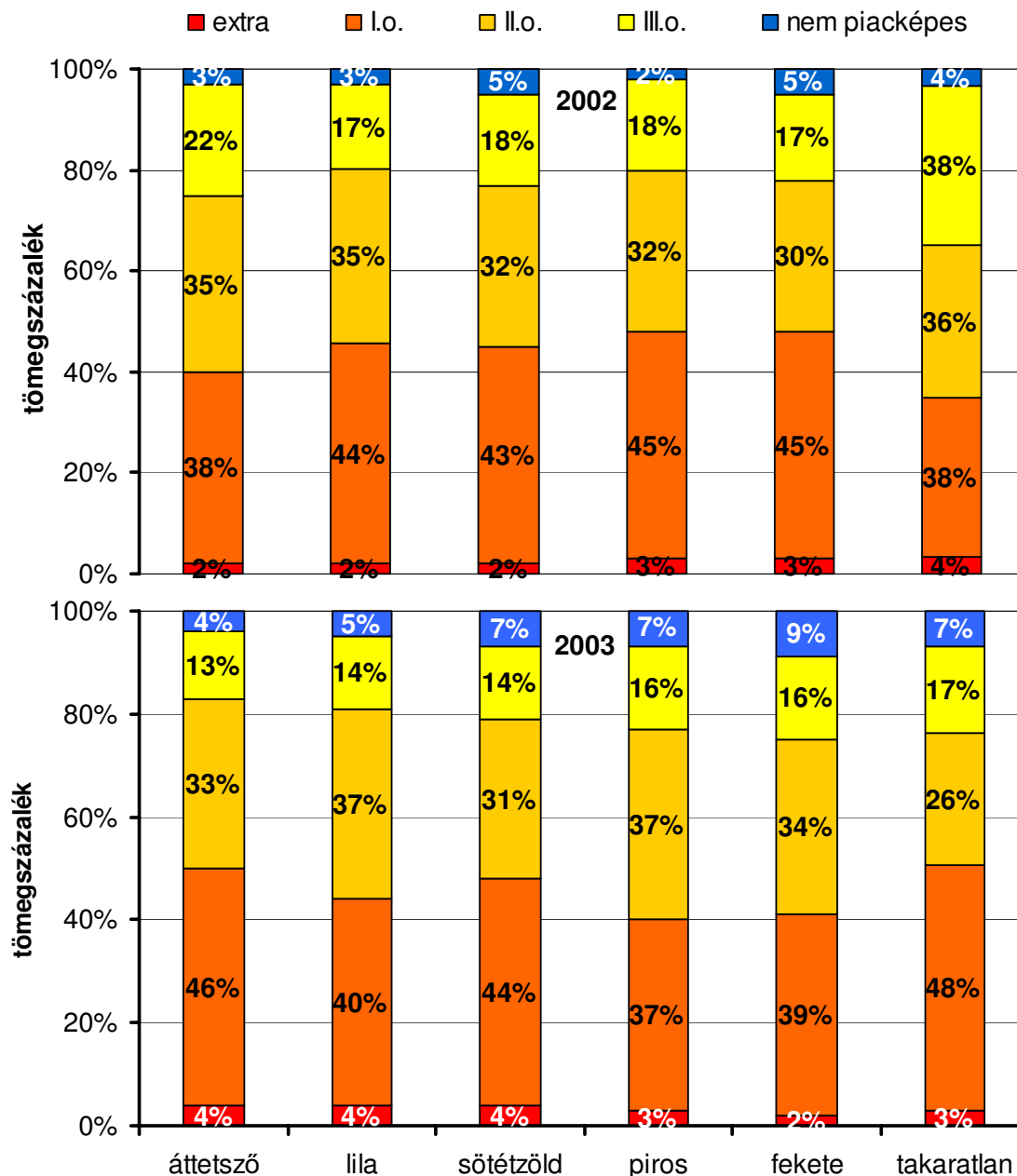
35. táblázat: A termésmennyiség minőségi osztályok szerinti megoszlása (kg/m²) (Gödöllő, 2002-2003; Kárpia F₁)

2002	extra	I.o.	II.o.	III.o.	nem piacképes
világoszöld	0,11	2,07	1,91	1,16	0,14
lila	0,09	2,43	1,96	0,93	0,16
sötétzöld	0,12	2,47	1,85	1,05	0,29
piros	0,18	2,51	1,79	0,99	0,11
fekete	0,16	2,55	1,71	1,00	0,31
takaratlan	0,17	1,79	1,69	0,82	0,21
SZD5%	-	0,38	-	-	-
2003	extra	I.o.	II.o.	III.o.	nem piacképes
áttetsző	0,19	2,26	1,64	0,64	0,19
lila	0,23	2,20	2,01	0,79	0,27
sötétzöld	0,24	2,75	1,98	0,91	0,43
piros	0,19	2,37	2,17	0,98	0,30
fekete	0,18	2,42	2,07	1,01	0,50
takaratlan	0,17	2,52	1,36	0,89	0,36
SZD5%	-	-	-	-	-

4.2.5. Termésminőség

Az anyag és módszer fejezetben leírtak szerint minden szedés alkalmával 5 minőségi osztályba válogattam szét a terméseket. A 35. táblázat, valamint a 17. ábra a termésmennyiség minőségi osztályok szerinti mennyiségi és százalékos megoszlását szemléltetik.

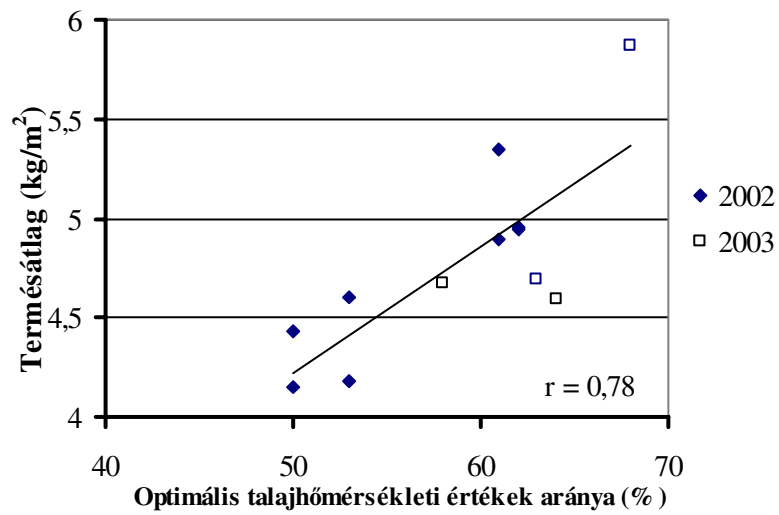
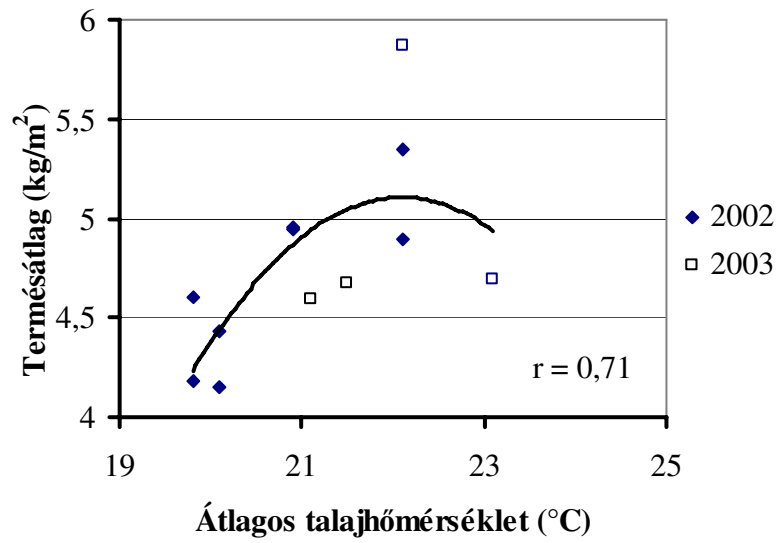
Mindkét évben minden kezelés esetében az I. osztályú termések aránya volt a legnagyobb, extra minőségű terméskből igen kevés termett. 2002-ben a világoszöld fóliatakarás kivételével az összes talajtakaró fólia szignifikánsan több I. osztályú termést eredményezett, mint a takaratlan kezelés, a többi kategória esetében nem adódott szignifikáns különbség. 2003-ban egyik minőségi kategória esetén sem volt szignifikáns különbség a kezelések között.



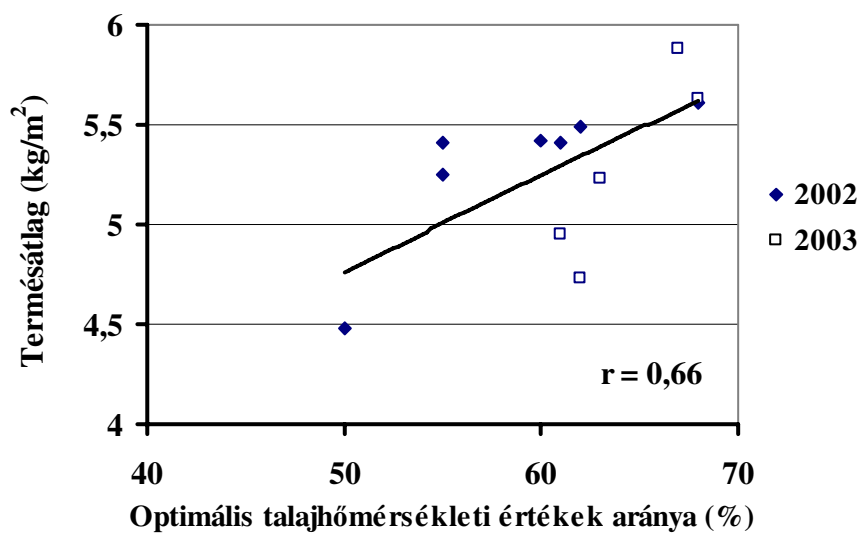
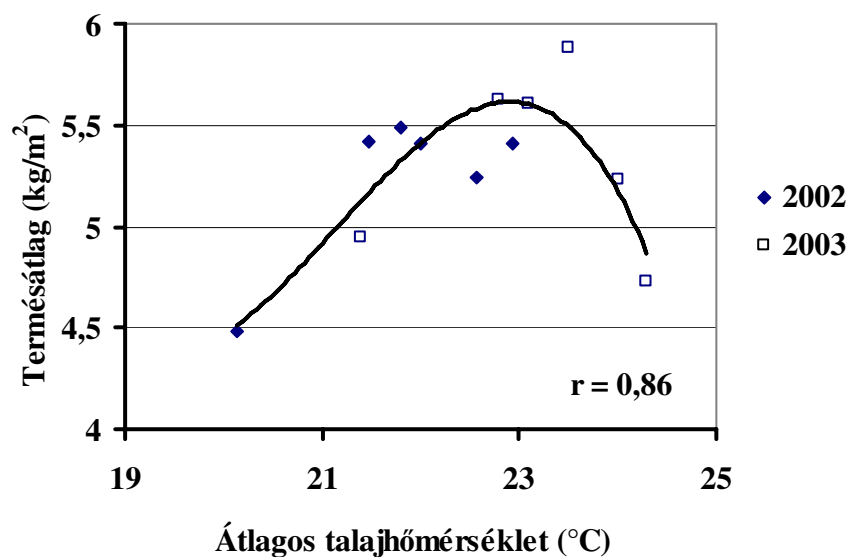
17. ábra: A termésmennyiség minőségi osztályok szerinti százalékos megoszlása (Gödöllő, 2002-2003; Kárpia F₁)

4.3. Összefüggésvizsgálat a talajhőmérséklet és a termésátlag, valamint az optimális talajhőmérsékleti értékek és a termésátlag között

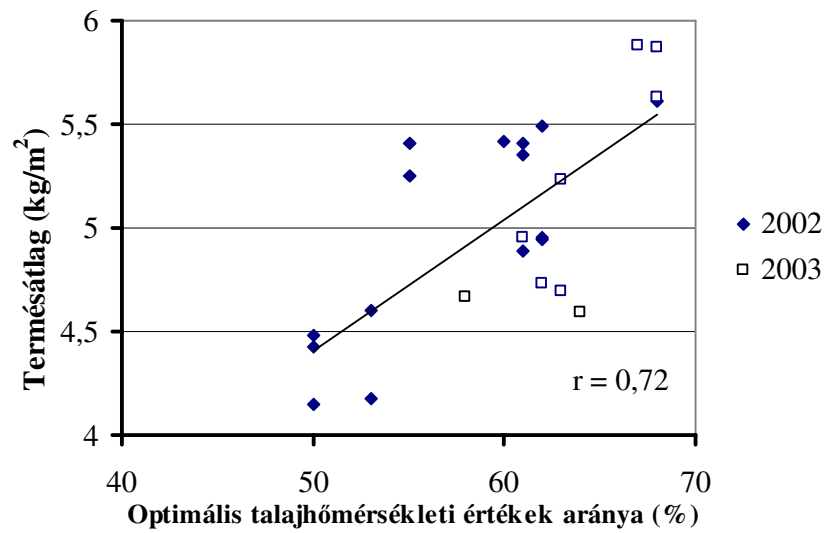
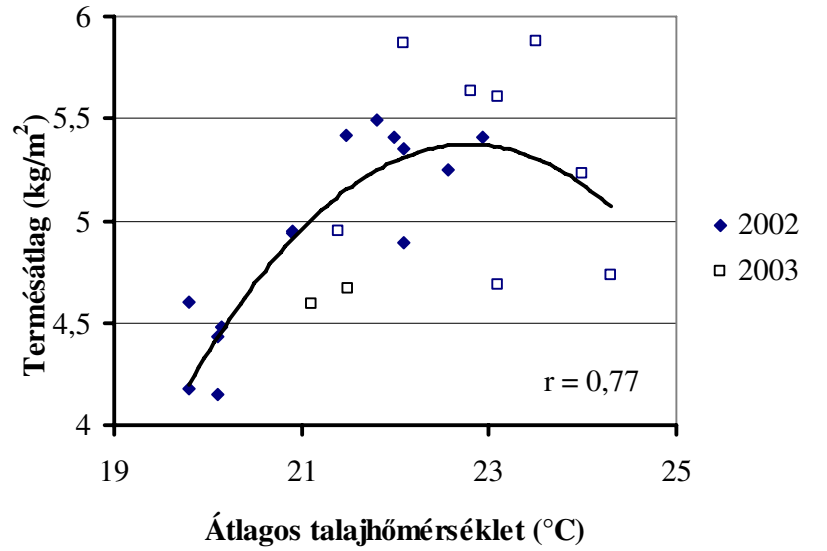
A két kísérlettípust együttesen vizsgálva az eredmények alapján megállapítható, hogy az átlagos talajhőmérséklet és a termésátlag közötti összefüggés nem lineáris, hanem másodfokú polinomiális összefüggéssel írható le. A paprika számára optimális talajhőmérsékleti értékek aránya és a termésátlag közötti összefüggés viszont lineáris (18., 19., 20. ábrák). A bakhát és talajtakarás alkalmazásának hatását vizsgáló kísérlet esetében a 2002-es és 2003-as év adatait és mindkét hibridet figyelembe véve a 18. ábra szemlélteti az összefüggéseket. A 2001-es év adatait azért hagytuk figyelmen kívül, mert a talajhőmérséklet adatokból nem volt ismétlés, és a szélsőséges környezeti tényezők nagy mértékben befolyásolták a terméseredményeket. Az átlagos talajhőmérséklet és a termésátlag közötti összefüggés esetén a korrelációs együttható értéke $r = 0,71$, az optimális talajhőmérsékleti értékek aránya és a termésátlag közötti összefüggés esetén pedig $r = 0,78$. A különböző színű talajtakaró fóliák hatását vizsgáló kísérlet esetében mindkét év eredményeit és egy hibridet figyelembe véve a 19. ábrán láthatóak az összefüggések, a korrelációs együtthatók értéke ebben az esetben $r = 0,86$ és $r = 0,66$. A két kísérletet együttesen vizsgálva a 20. ábra szemlélteti az összefüggéseket, ebben az esetben az összefüggés szorossága $r = 0,77$ és $r = 0,72$ volt. A függvények másodfokú egyenleteiből meghatároztam az optimális átlagos talajhőmérsékletet a tenyészidőszakra vonatkoztatva, amelyen a növények a legnagyobb termésátlagot érték el. Az első kísérletcsoport esetében $22,09^{\circ}\text{C}$, a második kísérletcsoport esetében $22,83^{\circ}\text{C}$, míg a két kísérlet adatait együttesen vizsgálva $22,77^{\circ}\text{C}$ volt az optimális átlagos talajhőmérséklet a termésátlag szempontjából.



18. ábra: A talajhőmérséklet hatása a paprika termésmennyiségére (Gödöllő, 2002-2003; Pritavit F₁, Kárpia F₁; bakhát és talajtakarás hatását vizsgáló kísérletek adatai alapján)



19. ábra: A talajhőmérséklet hatása a paprika termésmennyiségére (Gödöllő, 2002-2003; Kárpia F₁; különböző színű talajtakaró fóliák hatását vizsgáló kísérletek adatai alapján)



20. ábra: A talajhőmérséklet hatása a paprika termésmennyiségére (Gödöllő, 2002-2003; Pritavit F₁, Kárpia F₁; mindkét kísérlettípus adatai alapján)

4.4. Szabályozott tápanyagleadású műtrágyák hatásának vizsgálata

4.4.1. A felhasznált víz mennyisége

A 36. táblázat a kísérlet három évében a tenyészidőszak során kiadott öntözővíz mennyiségét szemlélteti. 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. 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 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.

36. táblázat: Az egyes kezelésekben felhasznált vízmennyiség és a természetes csapadék (mm)

	0% SZTM	50% SZTM	90% SZTM	Csapadék
2001	141	100	74	366
2002	252	217	199	289
2003	291	277	275	159

4.4.2. Vegetatív jellemzők

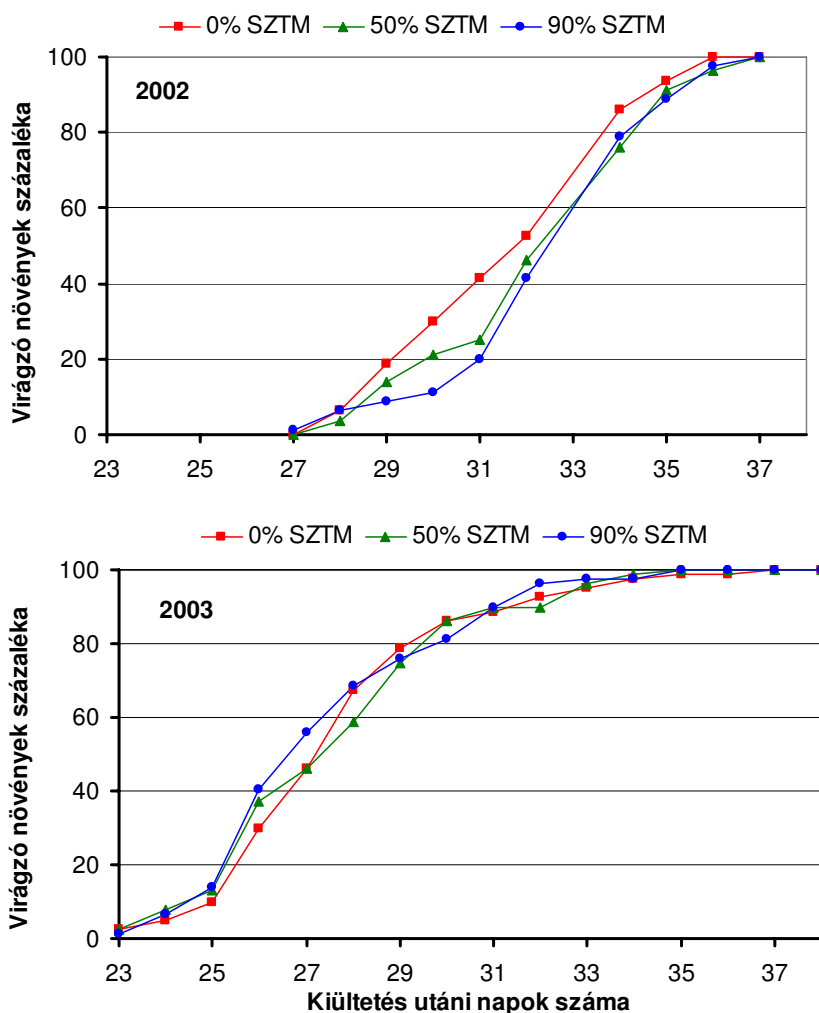
A növények vegetatív jellemzőit a 37. táblázat tartalmazza. 2001-ben nem adódott számottevő különbség az egyes kezelések között, szinte azonos eredményt értek el. 2002-ben a növények szárátmérője a 2. és 3. mérési időpontban szignifikánsan nagyobb volt a 0% SZTM kezeléssel a másik két kezeléshez viszonyítva, és a növények a 2. mérési időpontban szintén a 0% SZTM kezelés esetében szignifikánsan magasabbak lettek, mint a többi kezelés esetében (37. táblázat).

37. táblázat: Különböző tápanyagutánpótlási módok hatása a növények vegetatív jellemzőire (Gödöllő, 2001-2002; Pritavit F₁)

2001	Szárátmérő (mm)	magasság (cm)
	07.03.	07.03.
0% SZTM	7,9	30,1
50% SZTM	8,0	30,9
90% SZTM	7,7	29,2
SZD5%	-	-

2002	szárátmérő (mm)				magasság (cm)			
	05.28.	06.19.	07.10.	07.31.	05.27.	06.22.	07.12.	07.31.
0% SZTM	5,0	9,2	11,8	12,7	23	36	51	62
50% SZTM	4,7	8,4	10,9	12,7	21	33	48	60
90% SZTM	5,4	8,6	11,1	12,4	22	34	49	59
SZD5%	-	0,5	0,4	-	-	1,6	-	-

A virágzást vizsgálva 2002-ben a kiültetéstől számított 30-31. napon a 0% SZTM kezelésben szignifikánsan több növény kezdett el virágozni, mint a 90% SZTM kezelésben, később azonban már nem volt számottevő különbség a tápanyagkijuttatási módok között (21. ábra). 100%-os virágzást elsőként tápoldatozással értünk el. 2003-ban nem adódott számottevő különbség az egyes kezelések között, tehát a különböző tápanyagellátási módok nem befolyásolták az első virágok nyílását, és így a koraiságot sem. A két évet összehasonlítva a növények 2003-ban 4 nappal korábban kezdtek virágozni, mint 2002-ben.



21. ábra: Különböző tápanyagutánpótlási módok hatása az első virágok nyílására (Gödöllő, 2002-2003; Pritavit F₁)

Lényegi különbség tehát csak 2002-ben adódott a növények fejlődésében, amikor a 0% SZTM kezelés növényei jobban szerepeltek a többi kezelés növényeinél.

4.4.3. Termésmennyiség

A főbb termésjellemzők alakulását a 38. táblázat és a 22. ábra segítségével szemléltetem.

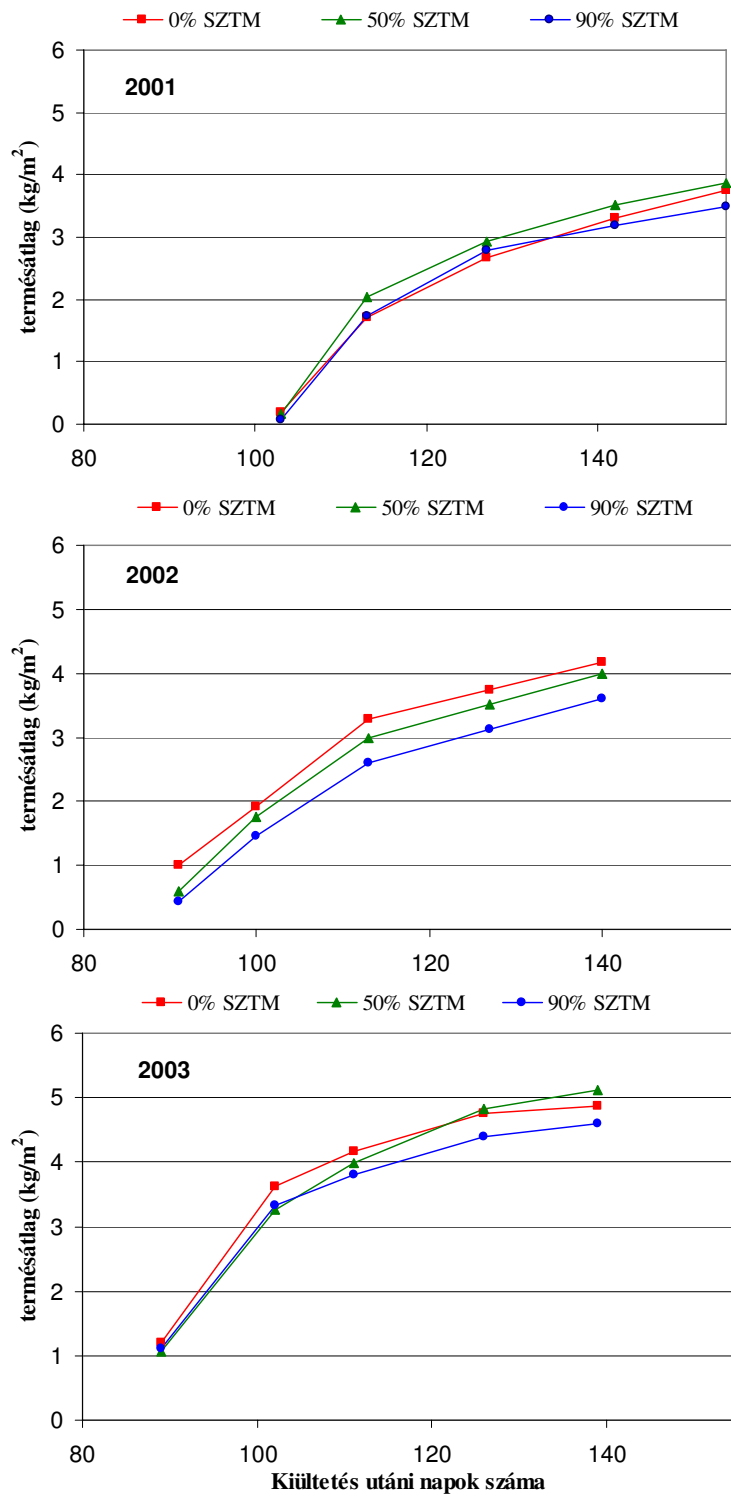
A piacképes termésátlagok között egyik évben sem adódott szignifikáns különbség, így csak eltérő tendenciákról lehet beszélni. 2001-ben és 2003-ban az 50% SZTM kezelés érte el a legtöbb termést, míg 2002-ben a 0% SZTM kezelés. Mindhárom évben a 90% SZTM kezelés bizonyult leggyengébbnek. A termésátlagban kialakult különbségek főként az eltérő bogyóátlagtömegeből, kisebb mértékben a négyzetméterenkénti bogyódarabszámból adódtak. 2002-ben a termésátlag alakulásában jelentkező tendencia megegyezett a vegetatív fejlődésben és a virágzásban kapott tendenciával, a 0% SZTM kezelés növényeinek kezdeti fejlődése erőteljesebb volt, mint a másik két kezelés esetében, és a virágzás is hamarabb kezdődött el, és ezt az előnyt a növények a teljes

tenyészedőszak folyamán megtartották, amit a kumulatív termésmennyiséget ábrázoló 22. ábra is alátámaszt. Ugyanerről az ábráról látható, hogy 2001-ben az 50% SZTM kezelés – bár csak kis mértékben -, de a teljes tenyészedőszak alatt többet termelt, mint a másik két kezelés, míg 2003-ban ugyanez a kezelés az utolsó két szedés alkalmával előzte meg a 0% SZTM kezelést.

A három év eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy minél melegebb volt az időjárás, annál több termést értek el az egyes kezeléseknél, a nagyobb termésátlag pedig a nagyobb bogyóátlagtömegnek volt köszönhető. 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. Fontos megjegyezni, hogy a kísérletek során szerzett tapasztalataink, megfigyeléseink alapján a 30 g N hatóanyag/m² sem volt káros a növények számára (növényeken nem látszódtott sókártétel nyoma, végeztünk EC-méréseket).

38. táblázat: Különböző tápanyagutánpótlási módok hatása a főbb termésjellemzőkre (Gödöllő, 2001-2003; Pritavit F₁)

2001	teljes termésátlag (kg/m²)	összes egészséges bogyó (db/m²)	bogyóátlagtömeg (g/db)
0% SZTM	3,75	40,3	93
50% SZTM	3,87	41,6	92
90% SZTM	3,52	40,3	83
2002			
0% SZTM	4,17	36,5	113
50% SZTM	3,99	33,8	117
90% SZTM	3,61	36,0	99
2003			
0% SZTM	4,86	35,5	130
50% SZTM	5,12	37,0	139
90% SZTM	4,60	36,3	124



22. ábra: Különböző tápanyagutánpótlási módok hatása a halmozott termésmennyiségre (Gödöllő, 2001-2003; Pritavit F₁)

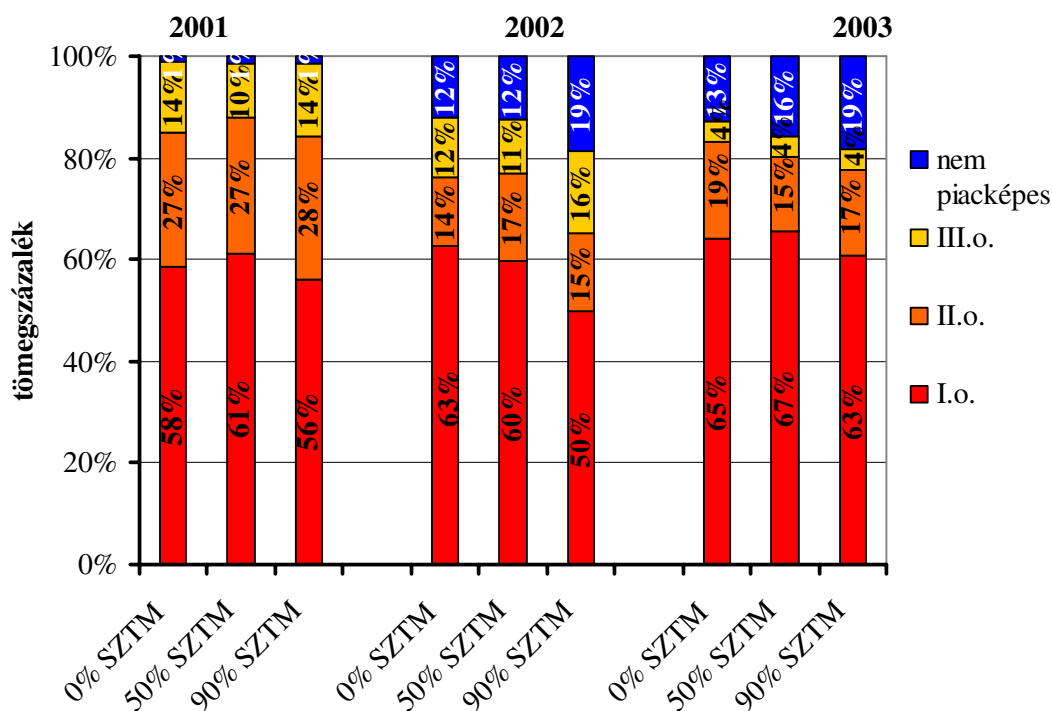
4.4.4. Termésminőség

A 39. táblázat és a 23. ábra a termésmennyiség minőségi osztályok szerinti mennyiségi és százalékos megoszlását szemlélteti. Az egyes években nem volt szignifikáns különbség a kezelések között. Mindhárom évben az I. osztályú kategóriában kaptuk a legnagyobb különbséget a kezelések között. 2001-ben volt legalacsonyabb az I. osztályú bogyók aránya a kedvezőtlen időjárási viszonyok miatt, viszont a beteg bogyók mennyisége is ebben az évben volt a legkevesebb. 2003-ban volt legmagasabb az I. osztályú bogyók aránya, de a legtöbb beteg termés is ebben az évben adódott.

A három évet összehasonlítva itt is elmondható, hogy az időjárás melegebbé válásával egyre több lett az I. osztályú bogyók aránya, viszont – szintén az időjárási viszonyoknak köszönhetően – magasabb lett a beteg, főleg napégett és Ca-hiányos bogyók aránya is.

39. táblázat: A termésmennyiség minőségi osztályok szerinti megoszlása (kg/m²) (Gödöllő, 2001-2003; Pritavit F₁)

2001	I.o.	II.o.	III.o.	nem piacképes
0% SZTM	2,20	1,03	0,53	0,05
50% SZTM	2,40	1,06	0,39	0,06
90% SZTM	1,99	0,99	0,50	0,05
2002				
0% SZTM	2,98	0,66	0,57	0,56
50% SZTM	2,48	0,70	0,45	0,51
90% SZTM	2,22	0,66	0,71	0,82
2003				
0% SZTM	3,59	1,05	0,22	0,65
50% SZTM	3,99	0,89	0,24	0,84
90% SZTM	3,46	0,93	0,22	0,89



23. ábra: A termésmennyiség minőségi osztályok szerinti százalékos megoszlása (Gödöllő, 2001-2003; Pritavit F₁)

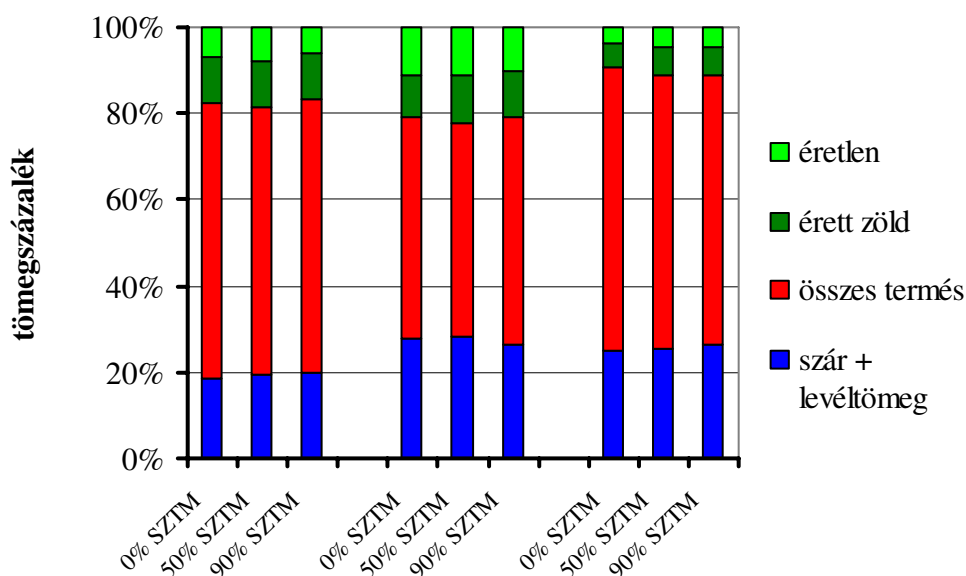
4.4.5. A növénytömeg alakulása

Az összes zöldtömeg produkció több, mint 70%-át mindhárom évben a termés adta, ezért a növénytömegek alakulása nagyrészt a termésátlagok alakulásának tendenciáját követi (40. táblázat, 24. ábra). 2001-ben az 50%-ban SZTM kezelés eredményezte a legnagyobb növénytömeget, valamint a legnagyobb szár és levéltömeget, sőt a legtöbb érett zöld termés és maradék termés is ebben a kezelésben volt. Ebből arra lehet következtetni, hogy ha a tenyészidőszak tovább tartott volna, a későbbiekben is ez a kezelés adta volna a legjobb eredményeket.

2002-ben a 0% SZTM kezelés adta a legnagyobb növénytömeget, a legkisebbet pedig a 90% SZTM kezelés. 2003-ban csakúgy, mint 2001-ben az 50% SZTM kezelés eredményezte a legnagyobb növénytömeget, a legkisebbet azonban ebben az évben a tápoldatos kezelés adta.

40. táblázat: Különböző tápanyagutánpótlási módok hatása a növénytömegekre (Gödöllő, 2001-2003; Pritavit F₁)

	összes termés g/tő	érett zöld termés g/tő	nem kifejlett termés g/tő	szár + levél g/tő	növény-tömeg g/tő
2001					
0% SZTM	667	108	74	195	1044
50% SZTM	688	122	86	217	1113
90% SZTM	624	105	58	197	984
2002					
0% SZTM	831	162	176	447	1615
50% SZTM	799	190	154	435	1578
90% SZTM	780	155	152	387	1474
2003					
0% SZTM	958	83	55	365	1461
50% SZTM	1044	110	77	420	1651
90% SZTM	964	104	71	409	1548



24. ábra: Különböző tápanyagutánpótlási módok hatása a növénytömegekre (Gödöllő, 2001-2003; Pritavit F₁)

4.5. 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°C
- fekete fóliával takart sík kezelés a takaratlan sík kezeléshez képest: 0,8°C
- fekete fóliával takart bakhátas kezelés a takaratlan bakhátas kezeléshez képest: 1,9°C
- fekete fóliával takart bakhátas kezelés a takaratlan sík kezeléshez képest: 2,1°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 (sötétzöld, piros, fekete) fóliák a következő talajhőmérséklet-növekedést eredményezték 10 cm-es mélységben:

- világos színű fóliák a takaratlan kezeléshez képest: 2,3°C
- sötét színű fóliák a takaratlan kezeléshez képest: 1,3°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 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°C) a 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.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

5.1. Bakhátas és sík termesztési mód hatása

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

A bakhát takarás nélkül a tenyészidőszak átlagában, mindhárom év eredményét figyelembe véve 0,3-0,4°C-kal emelte a talaj hőmérsékletét a takarás nélküli sík kezeléshez képest, ami azzal magyarázható, hogy a bakhátat nagyobb felületen érte a beérkező napsugárzás, így napközben jobban felmelegedett, míg az éjszaka folyamán – szintén a nagyobb felület miatt – jobban lehűlt, mint a sík talaj. A sík talajt fekete fóliával takarva 0,4-1,1°C talajhőmérséklet növekedést értünk el a takaratlan kezeléshez viszonyítva, ami azzal magyarázható, hogy a fekete fólia elnyelte a beérkező napsugárzás nagy részét, és az elnyelt energiát hővezetés útján átadta a talajnak. Éjszaka is kisebb mértékben hűlt le, mint a takaratlan talaj, mivel a fólia visszatartotta 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 lehűlést gátló hatása együttesen váltott ki. Ez az eredmény hasonló a LAMONT (1993) által közöltekhez, amely szerint fekete fóliás talajtakarással 1,7°C talajhőmérséklet-növekedés figyelhető meg 10 cm-es mélységben. Tehát legnagyobb mértékű talajhőmérséklet-növekedést a bakhátas termesztést és a talajtakaró fóliát kombinálva érhetünk el.

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

A termésátlagot vizsgálva 2001-ben és 2002-ben is hasonló tendencia adódott mindkét hibrid esetében, mindkét évben a legmagasabb talajhőmérsékletet biztosító kezelés termelt legtöbbet. 2001-ben a Pritavit F₁ esetén nem adódott szignifikáns különbség, a Kárpia F₁-el a takart bakhátas kezelés növényei értek el szignifikánsan több termést a többi kezeléshez viszonyítva. 2002-ben mindkét hibrid esetében a két, magasabb talajhőmérsékletet biztosító takart kezelés ért el szignifikánsan nagyobb termésátlagot a két takarás nélküli kezeléshez viszonyítva.

2003-ban már csak a Pritavit F₁ szerepelt a kísérletben. A sík talajt takarva a termés szignifikánsan több lett a többi kezeléshez viszonyítva, a takart bakhát pedig a két takaratlan kezeléshez hasonló eredményt adott. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a 2003-as melegebb évjáratban a talaj a bakháttal kombinált fekete fóliás takarás hatására már túlzott mértékben felmelegedett, aminek hatására a Pritavit F₁ által elért termésátlag lecsökkent. A túl magas talajhőmérsékletnek a hatása a növények vegetatív fejlődésében és a virágzás koraiságában nem jelentkezett, így elképzelhető, hogy a növények kötődését rontotta. Ahhoz azonban, hogy ezt teljes bizonyossággal meg lehessen állapítani, további kísérletekre lenne szükség.

Az eredmények alapján tehát megállapítható, hogy hazánk éghajlati viszonyai mellett a hűvös 2001-es évben és a kevésbé meleg 2002-es évben mindkét hibrid a legmagasabb talajhőmérsékletet biztosító takart bakhátas kezeléssel érte el a legtöbb termést, míg a legmelegebb 2003-as évben a Pritavit F₁ számára valószínűleg már túlzott mértékben felmelegedett a talaj. Ennek következtében a két takaratlan kezeléshez hasonló termésátlagot ért el, a takart sík kezelésnél pedig több mint 1 kg/m²-rel kevesebbet termelt.

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.

5.2. 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 korai és a teljes termésátlagot a növények vegetatív növekedésén keresztül.

A talaj felmelegedésének mértékét a fólia színe, és ezzel összefüggésben az általuk áteresztett fény mennyisége határozta meg. Ezzel magyarázható, hogy számottevő különbség a fóliával takart kezelések között napközben alakult ki, az éjszaka folyamán közel azonos mértékben hűltek le. 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 átereszt a beérkező napsugárzás 85-95%-át. A fólia belső felületét általában kondenzációból származó vízcseppek borítják, és ez a vízréteg átereszt 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 elnyelte a beérkező napsugárzás nagy részét, és az elnyelt energiát hővezetés útján adta át a talajnak. A talaj felmelegedésének mértékét javíthatjuk, ha minél jobb érintkezést biztosítunk a fólia és a talaj között. Annak ellenére, hogy 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.

A kedvezőbb talajhőmérséklet hatására a növények erőteljesebb vegetatív növekedést mutattak a fóliával takart kezelésekben, mint a kontroll kezelésben, kivéve az áttetsző fóliát, amely alatt a talajhőmérséklet már túl magas volt a paprika számára, ami károsan befolyásolta a vegetatív növekedést, a korai időszak vegetatív növekedése pedig meghatározta a termés alakulását. A vegetatív növekedés szempontjából az első néhány hét meghatározó, és mindkét évben ebben a korai időszakban volt legmagasabb a talajhőmérséklet. 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.

2002-ben a legmagasabb talajhőmérsékletet eredményező lila fóliatakarás érte el a legtöbb korai termést. A teljes termésátlagot vizsgálva nem adódott számottevő különbség a takart kezelések között. 2003-ban a legmagasabb talajhőmérsékletet biztosító áttetsző és lila fóliával takart kezelések alacsonyabb korai és teljes 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 gyökerei 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 (TINDALL et al. 1990, DODD et al. 2000). Paradicsom esetében (DÍAZ PÉREZ - DEAN BATALL 2002) a növekedés és a termésátlag nagy mértékben csökkenhet már akkor is, ha a növények kicsivel az optimum feletti talajhőmérsékletnek vannak kitéve.

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 elégtették ki legnagyobb mértékben a paprika talajhőmérséklettel szemben támasztott igényét a vizsgált fajta esetében. A sötét színű fóliák előnyeként említhető még,

hogy alattuk gyomosodással nem kell számolni, míg az áttetsző és a világos színű fóliák alatt vegyszeres védekezés nélkül nagymértékben elszaporodhatnak a gyomnövények.

A két kísérletípust 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. A függvények másodfokú egyenleteiből meghatároztam az optimális átlagos talajhőmérsékletet a teljes tenyészidőszakra vonatkoztatva, amelyen a növények a legnagyobb termésátlagot érték el. Az első kísérletcsoport esetében 22,09°C, a második kísérletcsoport esetében 22,83°C, míg a két kísérlet adatait együttesen vizsgálva 22,77°C volt az optimális átlagos talajhőmérséklet a termésátlag szempontjából.

A továbbiakban érdemes lenne kísérleteket végezni annak megállapítására, hogy a talajtípus milyen mértékben befolyásolja a talaj hőmérsékletének alakulását takarás esetén, valamint, hogy további fajtatípusok (pl. cecei) és fajták hogyan reagálnak a talajtakarásra.

5.3. 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 alapmódszert hasonlítjuk össze, akkor megállapítható, hogy kizárólag tápoldatozással jobb eredményeket értünk el, mint zömében szabályozott tápanyagleadású műtrágyát használva. Ez azzal magyarázható, hogy tápoldatozással könnyen nyomon tudtuk követni a növények pillanatnyi tápanyagigényét. Ez az eredmény némileg eltér a korábban e témában publikált kísérletek eredményeitől, ahol a szabályozott tápanyagleadású műtrágyát alkalmazó kezeléseket jobbnak találták, ezekben a kezelésekben azonban nem tápoldatozást alkalmaztak kontrollként, hanem hagyományos tápanyagutánpótlást (EVERETT 1977, CSIZINSZKY 1994, GUERTAL 2000, OMBÓDI - SAIGUSA 2000). Fontos megjegyezni, hogy 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.

A felhasznált víz mennyisége az egyes kezelések esetében nagymértékben függött az adott év időjárási viszonyaitól. A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák alkalmazásának azon előnye, hogy esetükben 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.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarországon ma a korábbi évekhez képest jóval kisebb területen természetnek szabadföldön paprikát, ezzel szemben a hajtatott felületek aránya egyre növekszik. A hajtatás 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 versenyképesé 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, átteresztőképesség), ezért az eltérő színű fóliák különböző mértékben melegítik fel a talajt.

A fóliával takart bakhátak különösen ott van jelentősége, ahol hosszú tenyészidejű, melegigényes növényeket természetnek rövid termesztési időszakkal rendelkező területen, így — mivel Magyarország a paprikatermesztés északi határán fekszik — itt is döntő jelentősége lehet ennek a technológiai elemnek. Magyarországon viszonylag kevés tudományos kísérletet végeztek a talajtakarásos paprikatermesztéssel kapcsolatban, ennek ellenére — saját kedvező tapasztalatok alapján — egyre többen alkalmazzák a gyakorlatban ezt a technológiát.

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 egyeshetőek az előnyök.

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 kombináló kezeléssel.

A kísérletek helyszínéül mindhárom évben (2001, 2002, 2003) a Gödöllői Agrár Központ Kht. Kertészeti Tanüzeme szolgált, Gödöllőn. Az elvégzett kísérletek három csoportba sorolhatóak:

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

Az első kísérletcsoportban 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 második kísérletcsoportban a kezeléseket mindkét évben 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 harmadik kísérletcsoportban a kezeléseket mindhárom évben különböző tápanyagutánpótlási módszerek alkották. 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 kísérletcsoport eredményei alapján a bakhát és a fekete talajtakaró fólia alkalmazása is hatással volt a talaj hőmérsékletének alakulására, és ezen keresztül a növények növekedésére és termésmennyiségére. A három év eredményét figyelembe véve a tenyészidőszak átlagában az egyes kezelések a következő talajhőmérséklet-növekedést eredményezték 10 cm-es mélységben:

- takaratlan bakhátas kezelés a takaratlan sík kezeléshez képest: 0,2°C
- fekete fóliával takart sík kezelés a takaratlan sík kezeléshez képest: 0,8°C
- fekete fóliával takart bakhátas kezelés a takaratlan bakhátas kezeléshez képest: 1,9°C
- fekete fóliával takart bakhátas kezelés a takaratlan sík kezeléshez képest: 2,1°C.

Hazánk éghajlati viszonyai mellett a hűvös 2001-es évben és a kevésbé meleg 2002-es évben mindkét hibrid a legmagasabb talajhőmérsékletet biztosító takart bakhátas kezeléssel érte el a legtöbb termést, míg a legmelegebb 2003-as évben a Pritavit F₁ számára valószínűleg már túlzott mértékben felmelegedett a talaj. Ennek következtében a két takaratlan kezeléshez hasonló termésátlagot ért el, a takart sík kezelésnél pedig több mint 1 kg/m²-rel kevesebbet termett.

A második kísérletcsoport 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. 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.

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.

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 elégtették ki legnagyobb mértékben a paprika talajhőmérséklettel szemben támasztott igényét a vizsgált fajta esetében.

A két kísérletcsoportot 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. A másodfokú egyenletből meghatároztam a paprika számára a termésátlag szempontjából optimális átlagos talajhőmérsékletet (22,77°C) az egész tenyészidőszakra vonatkoztatva.

A harmadik kísérletcsoport eredményei alapján megállapítható, hogy 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 legkisebb termésátlagot. Ha a két alapmódszert hasonlítjuk össze, akkor megállapítható, hogy kizárólag tápoldatozást alkalmazva jobb eredményeket értünk el, mint zömében szabályozott tápanyagleadású műtrágyát használva.

Bár a kezelések között nem csak az alkalmazott műtrágya típusában volt különbség, hanem ebből adódóan a tápelemarányok is különböztek, mégsem adódott szignifikáns különbség a kezelések között, valamint 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 pl. 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.

SUMMARY

Compared with earlier years, sweet pepper is grown in Hungary on much smaller area in the open, while the area of forcing is increasing. The advantage of forcing can be explained with higher yield, better quality and mainly higher profitability. The main reason for the decline of open field crop land is the more and more obsolescent growing technology. In order to make open field crop competitive again, cropping safety, average yield and quality have to be increased.

This can't be realised with conventional technology; therefore use of intensive technology is needed. By the help of this technology, longer growing period, smaller danger of infection and safer production can be achieved. The main elements of intensive sweet pepper production systems are hybrid cultivar, tray seedlings of good quality, raised bed covered with plastic mulch, drip irrigation, fertigation and controlled release fertilizers.

In my research, from the intensive technological elements of open field sweet pepper production, I examined the effect of plastic soil mulches, raised bed and controlled release fertilizers. Plastic mulches provide many positive advantages for the user; they improve water, heat and nutritive material household of soil. Further benefits can include increased yields, better quality, earlier-maturing crops, reduced soil compaction and inhibition of weeds. The effect of plastic mulch on soil temperature is determined primarily by the optical properties (reflectance, transmittance, absorbance) of the material, thus the different coloured mulches warm the soil to a different degree.

The use of raised bed covered with plastic mulches is especially important when warm season crops are being grown in areas with short growing season. Because Hungary is situated on the northern border of the open field sweet pepper production zone, the use of this technology could be of great importance. There are very few Hungarian researches done in connection with covered open field sweet pepper production, in spite of that there are many examples for the use of this technology in practice on basis of individual positive experience.

Fertigation means a great advance in open field cultivation, because many disadvantages of conventional fertilization can be eliminated with the use of this method. Using controlled-release fertilizers (CRF) is another fertilization method applicable in intensive open field vegetable production. The most important advantage of these fertilizers is that they release gradually (in stages), so, for instance in the case of salt-sensitive plants all nutrients required in the growing season can be dosed at one occasion in one dose, even without a dose of water. Besides higher costs, the most important disadvantage of this method is its inflexibility. Ideally, with the parallel use of this two methods – fertigation and controlled-release fertilizers –, the disadvantages can be eliminated and the advantages can be integrated.

In close connection with this possibility, the objective of this study was on the one hand to determine the effect of raised bed, black plastic mulch and different coloured mulches on soil temperature, as well as on yield, growth and flowering of a kapia-type and a tomato shaped sweet pepper cultivar. Also, I focused on determining which plastic film is the best for sweet pepper under Hungarian climatic circumstances.

The other objective of this study was, on the other hand, to examine the availability of controlled release fertilizers and to compare it with fertigation and with the combined use of fertigation and CRF.

The experiments were conducted at Gödöllő (Gödöllői Agrár Központ Kht.) during 2001, 2002 and 2003. The experiments can be divided into three groups:

1. The examination of the effects of raised bed and flat cultivation method combined with black mulch
2. The examination of the effects of mulch film colour in case of raised bed covering
3. The examination of the effects of controlled release fertilizers

In the first group of experiments, the following treatments were carried out in all three years:

1. raised bed covered with black plastic mulch,
2. uncovered raised bed,

3. flat cultivation method covered with black plastic mulch,
4. uncovered flat cultivation method (control treatment).

In the second group of experiments the treatments were made up in both years of mulch films of different colours and the control treatment.

The treatments were in 2002:

1. light green
2. violet
3. dark green
4. red
5. black
6. uncovered control

The treatments were in 2003:

1. clear
2. violet
3. dark green
4. red
5. black
6. uncovered control

In the third group of experiments, the treatments in all three years consisted of different fertilization methods. Treatments differed in the ratio of nitrogen given by compound CRF and by fertigation. In the first treatment 0% CRF (fertigation), in the second treatment 50% CRF (combined method), and in the third treatment 90% CRF were applied, while the remaining 10% – since CRF does not contain Ca – was reserved for Ca-release in the form of calcite-nitrate.

The results of the first group of experiments show that the use of raised bed and black mulch had an effect on soil temperature, and through this on the growth and yield of the plants. In average of the three years and the whole growing season, the different treatments caused the following soil temperature increase in the depth of 10 cm:

- uncovered raised bed compared to the uncovered flat treatment: 0,2°C
- flat cultivation system covered with black plastic mulch compared to the uncovered flat treatment: 0,8°C
- raised bed covered with black plastic mulch compared to uncovered raised bed: 1,9°C
- raised bed covered with black plastic mulch compared to the uncovered flat treatment: 2,1°C

In the cool year of 2001 and in the less warm year of 2002, both cultivars produced the highest yield with covered raised bed, which treatment warmed up the soil to the highest degree. Whereas in the warmest year of 2003, the soil may have warmed up too much for Pritavit F₁, since it produced similar yield to the uncovered treatments, and more than 1kg/m² less than the covered flat treatment.

The results of the second group of experiments show that coloured mulches had an effect on soil temperature, which influenced the yield through the vegetative growth of the plants. The degree of soil temperature increase was determined by the colour of the mulches and in relation to this, by the amount of light they transmitted. Highest soil temperature occurred under light coloured mulches (clear, light green, violet), in average of two years and the whole growing season they caused 2,3°C soil temperature increase, compared to the uncovered treatment. Dark coloured mulches (black, dark green, red) had a lower soil-warming ability than light coloured ones, in average of two years and the whole growing season they caused 1,3°C soil temperature increase, compared to the uncovered treatment.

In 2002, compared to the uncovered treatment, mulched treatments produced significantly higher yields. The yield difference among the mulched treatments was negligible. We observed a different trend in 2003. Dark mulches again produced significantly higher yield than the unmulched treatment. Clear mulch produced the lowest yield, and the violet mulch also produced lower yield, compared to the dark mulches. The different trends of the two years can be explained with different weather conditions, therefore with different soil temperature.

In conclusion, the use of clear and light coloured mulches can not be suggested in warmer years, because under these mulches the soil can warm up to an extremely high temperature, which can result, compared to dark mulches which cause smaller temperature increase, in worse average yield, quite the same as, or even less amount than in the case of uncovered treatments. The use of dark coloured mulches is the safest solution, because even in case of high air temperature and

higher solar radiation, the soil does not warm to a harmful degree. Therefore, among the mulches examined, they can meet the soil temperature demands of sweet pepper to the highest degree.

Examining the two groups of experiments, our results show that the relationship between average soil temperature and yield is not linear, but it can be described with polynomial relationship. However, between the rate of optimal temperature values for sweet pepper and yield the relationship is nearly linear. Quadratic equations of the functions were used to compute the optimum average soil temperature (22,77°C) for yield, in respect of the whole growing season.

The results of the third group of experiments show that in the yield there were no significant differences among the treatments. However, to a smaller degree, the 90% CRF treatment produced the least yield in all years. Compared with the two basic methods, it can be established that with the use of fertigation, better yields could be obtained than with the use of CRF.

Although there were some differences among the treatments – not only in type of fertilizer, but also in ratio of nutrients, too –, these were of no significance. Also, it did not lead to significant differences that in 2003 20 g N m⁻² were dosed instead of 30 g. It may be explained by the fact that in intensive open field production fertilization has – to a certain extent – no influential effect. Weather conditions have a more important role, since the limiting factor in Hungary is mainly the temperature.

Where technological conditions are provided, fertigation is suggested because of greater flexibility and possibility of change in the ratio of nutrients while growing. Controlled release fertilizers are of greater importance where drip irrigation can not be realized because of inappropriate water quality or because of the configuration of the soil. However, because of the last few summers with much precipitation, the use of controlled release fertilizers should be reconsidered, since over-irrigation can be avoided by their help.

MELLÉKLETEK

M1. Irodalomjegyzék

1. ABDUL-BAKI, A., SPENCE C. (1992): Black polyethylene mulch doubled yield of fresh-market tomatoes. *HortScience*, 27 (7) 787-789. p.
2. ARCE A., A. VALLEJO, L.M. LOPEZ- VALDIVIA, P. HOYOS (1996): Influence of the type of nitrogenous fertilizer on nitrate-N levels in lettuce leaves (*Lactuca sativa* L. cv. Rubia hortelana). *Agricultura Mediterranea*, 126:186-193. p.
3. BALÁZS S. (2000): A hajtás előnyei. 13. p. In: Balázs S. (Szerk.): *A zöldségajtás kézikönyve*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 573. p.
4. BAR-YOSEF B. (1999): Advances in fertigation. *Advances in Agriculture*, 65:1-77. p.
5. BELLIGNO A., G. MURATORE, R. IZZO (1997): NO₃-N contents in *Lactuca sativa* L. induced by slow-release nitrogenous fertilizers coated with NPK. *Agricultura Mediteranea*, 127:126-133. p.
6. BHELLA, H.S. (1988): Effect of trickle irrigation and black mulch on growth, yield, and mineral composition of watermelon. *HortScience*, 23:123-125. p.
7. BHELLA, H.S., KWOLEK W.F. (1984): The effects of trickle irrigation and plastic mulch on zucchini. *HortScience*, 19:410-411. p.
8. BONANNO, A.R. (1996): Weed management in plasticulture. *HortTechnology*, 6:186-189. p.
9. BOSLAND P. W., VOTAVA E. J. (2000): Peppers: Vegetable and spice capsicums. Wallingford U.K.: CAB International, 204. p.
10. BRACY RP., EDLING RJ., MOSER EB., LAMM FR. (1995): Drip-irrigation management and fertilizer of bell pepper in a humid area. Microirrigation for a changing world: conserving resources-preserving the environment. Proceedings of the Fifth International Microirrigation Congress, Orlando, Florida, USA 2-6 April, 1995. 181-186. p.
11. BROWN, J.E., J.M. DANGLER, F.M. WOODS, K.M. TILT, M.D. HENSHAW, W.A. GRIFFEY, M.S. WEST (1993): Delay in mosaic virus onset and aphid vector reduction in summer squash grown on reflective mulches. *HortScience*, 28:895-896. p.
12. CARBALLO SJ., BLANKENSHIP SM., SANDERS DC., RITCHIE DF. (1994): Drip fertigation with nitrogen and potassium and postharvest susceptibility to bacterial soft rot of bell peppers. *Journal of Plant Nutrition*, 17 (7)1175-1191. p.
13. CARTER, J., C. JOHNSON (1988): Influence of different types of mulches on eggplant production. *HortScience*, 23:143-145. p.
14. CAVERO, J., R.G. ORTEGA, C. ZARAGOZA (1996): Clear plastic mulch improved seedling emergence of direct-seeded pepper. *HortScience*, 31 (1) 70-73. p.
15. CRESPO-R. M., GOYAL MR., CHAO B. C., RIVERA LE., BAEZ CC., De BAEZ CC. (1988): Nutrient uptake and growth characteristics of nitrogen fertigated sweet peppers under drip irrigation and plastic mulch. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 72 (4) 575-584. p.
16. CSIZINSZKY, A. A. (1994): Yield response of bell pepper and tomato to controlled-release fertilizers on sand. *Journal of Plant Nutrition*, 17:1535-1549. p.
17. CSIZINSZKY, A.A., D.J. SCHUSTER, J.B. KRING (1995): Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120:778-784. p.
18. CSIZINSZKY, A.A., D.J. SCHUSTER, J.B. KRING (1997): Evaluation of color mulches and oil sprays for yield and for the control of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Belows and Perring) on tomatoes. *Crop Protection*, 16:475-481. p.
19. DECOTEAU D.R., M.J. KASPERBAUER, P.G. HUNT (1989): Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114 (2) 216-219. p.
20. DECOTEAU D.R., M.J. KASPERBAUER, P.G. HUNT (1990): Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. *HortScience*, 25 (4) 460-462 p.

21. DIAZ LT., TORRES D. LO., ZOGHBI A., RODRIGUEZ L., de ZOGHBI A., de RODRIGUEZ L., LEDESMA N., CAMPBELL RJ. (2001): Effect of four fertilization programmes on the foliar nutrients and yield of pimento (*Capsicum annum* L.). *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture* 44:5-12.
22. DÍAZ-PÉREZ, C.J., DEAN BATAL K. (2002): Colored Plastic Film Mulches Affect Tomato Growth and Yield Via Changes in Root-zone Temperature. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 127: 127-136. p.
23. DODD, I. C., HE-TURNBULL C.G.N., LEE S:K., CRITCHLEY (2000): The influence of supra-optimal root-zone temperatures on growth and stomatal conductance in *Capsicum annum* L. *Journal of Experimental Botany*, 51:239-248. p.
24. EVERETT H. (1977): Controlled release fertilizers: effekt of rates end placements on plant sand, early growth and fruit yield of peppers. *Proceedings of Florida State Horticultural Society* 90:390-393. p.
25. FARIAS-LARIOS, J., M. OROZCO, S. GUZMAN, S. AGUILAR (1994): Soil Temperature and Moisture Under Different Plastic Mulches and Their Relation to growth and cucumber yield in a tropical region. *Gartenbauwissenschaft*, 59:249-252. p.
26. FEHÉR A. (1995): A paprika (hajtatott, szabadföldi, fűszer). *Vállalkozók könyve*. 68-71.
27. FILIUS, I. (1985): A kertészetben használt műanyagtípusok és a belőlük gyártott termékek. 20-26. p. In: SOMOS A., FILIUS I., TÚRI I. (Szerk.): *Műanyagok a kertészetben*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 346. p.
28. FLORES V. J., IBARRA JL. (1998): Cultivation of peppers using plastics mulch with coloured films and nutrient irrigation. *Plasticulture*, 116:16-26. p.
29. FODOR Z. (1997): Tápanyagutánpótlási modellek alkalmazása az intenzív paprikatermesztés technológiájának fejlesztésében. *Hajtatás és Korai Termesztés* 28 (3) 22. p.
30. GANDEZA A.T., S. SHOJI. (1992): Properties of polyolefin-coated fertilizers. In: Shoji S. and A.T. Gandeza (Szerk.): *Controlled release fertilizers with polyolefin coating*. Sendai: Konno Printing Co. Ltd., 22-33. p.
31. GOSSELIN, A., TRUDEL M.J. (1986): Root-zone Temperature Effects on Pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(2) 220-224. p.
32. GOUGH, R.E. (2001): Color of Plastic Mulch Affects Lateral Root Development But Not Root System Architecture in Pepper. *HortScience*, 36:66-68. p.
33. GRAHAM, H.A., DECATEAU D.R., LINVILL D.E. (1995): Development of polyethylene mulch system that changes color in the Field. *HortScience*, 30: 265-269. p.
34. GREER, L., DOLE J.M. (2003): Aluminium foil, Aluminium-painted, Plastic, and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored viral diseases of vegetables. *HortTechnology*, 13: 276-284. p.
35. GUERTAL A. (2000): Preplant slow-release nitrogen fertilizers produce similar bell pepper yields as split applications of soluble fertilizer. *Agronomy Journal*, 92:388-393. p.
36. GYÚRÓS J. (2002): Fajta és technológiai kérdések a paprikatermesztésben. Előadás az „Intenzív szabadföldi zöldségtermesztés” című konferencián, Debrecen 2002.08.21.
37. GYÚRÓS J. (2004): Étkezési paprika. 140-145. p. In: HODOSSI S., KOVÁCS A., TERBE I. (Szerk.): *Zöldségtermesztés szabadföldön*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 356. p.
38. HAIFA CHEMICALS LTD. (É.n.): Multicote controlled release fertilizer. (Céges reklámanyag) Haifa Chemicals Ltd. Horticulture Division.
39. HAM J.M., KLUITENBERG G.J., LAMONT W.J. (1993): Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regtime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 118 (2) 188. p.
40. HARTZ TK., LESTRANGE M., MAY DM. (1993): Nitrogen requirements of drip- irrigated peppers. *HortScience*, 28 (11) 1097-1099. p.
41. HATT, H.A., MCMAHAN M.J., LINVILL D.E., DECATEAU D.R. (1994): Influence of spectral qualities and resulting soil temperatures of mulch films on bell pepper growth and production. *Plasticulture*, 101: 13-22. p.

42. HEMPHILL, D.D. JR. (1993): Agricultural Plastics as Solid Waste: What are the Options for Disposal? *HortTechnology*, 3:70-73. p.
43. HOCHMUTH G. J. (1992): Concepts and practices for improving nitrogen management for vegetables. *HortTechnology*, 2:121-125. p.
44. HOCHMUTH G., SHULER K., HANLON E., ROE N. (1994): Pepper response to fertilization with soluble and controlled-release potassium fertilizers. *Proceedings of Florida State Horticultural Society* 107:132-139. p.
45. HOCHMUTH G.J., HOCHMUTH R.C., OLSON S.M. (2004): Mulch for early production. *American Vegetable Grower*, 52 (2) 20. p.
46. HORINKA T. (2000): Tápoldatozás a kertészeti termesztésben. Kemira Agro Hungary Kft., Hódmezővásárhely, 200-204. p.
47. JOUËT, J.P. (2001): Plastics in the world. *Plasticulture*, 119: 106-126. p.
48. KOVÁCS A. (2004): Takarásos korai termesztés. 75-77. p. In: HODOSSI S., KOVÁCS A., TERBE I. (Szerk.): *Zöldségtermesztés szabadföldön*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 356. p.
49. KRING, J.B., D.J. SCHUSTER (1992): Management of insects on pepper and tomato with UV-reflective mulches. *Fla. Entomol.* 75:119-129. p.
50. LACZKÓ T. (2003): A kapia típusú paprikafajták termesztésének növekedési tényezői. *Őstermelő*, aug-szept, 63-64. p.
51. LAMONT, JR. W. J. (1993): Plastic mulches for production of vegetable crops. *HortTechnology*, 3:35-39. p.
52. LAVERDE, G. (2002): Agricultural films: types and applications. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, 18:269-277. p.
53. LOCASCIO S. J., J. G. A. FISKELL, F. G. MARTIN. (1981): Responses of bell pepper to nitrogen sources. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 106:628-632. p.
54. LOCASCIO, S. J., FISKELL D.A., GRAETZ D.A., HAUCK R.D. (1985): Nitrogen accumulation by peppers as influenced by mulch and time of fertilizer application. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 110:154-159. p.
55. LORENZ O., B. L. WEIR, J. C. BISHOP (1972): Effect of controlled-release nitrogen fertilizers on yield and nitrogen absorption by potatoes, cantaloupes, and tomatoes. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 97:334-337. p.
56. MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS TERMÉKTANÁCS (1997): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 10-11. p.
57. MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS TERMÉKTANÁCS (1998): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 25-27. p.
58. MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS TERMÉKTANÁCS (1999): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 28-29. p.
59. MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS TERMÉKTANÁCS (2000): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 21-22. p.
60. MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS TERMÉKTANÁCS (2001): A zöldség és gyümölcs ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 21. p.
61. MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS SZAKMAKÖZI SZERVEZET ÉS TERMÉKTANÁCS (2002): A kertészeti ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 23. p.
62. MAGYAR ZÖLDSÉG-GYÜMÖLCS SZAKMAKÖZI SZERVEZET ÉS TERMÉKTANÁCS (2003): A kertészeti ágazat helyzete Magyarországon. MZGySzT, Budapest, 22. p.
63. MAIERO, M., F.D. SCHALES, T.J. NG (1987): Genotype and plastic mulch effects on earliness, fruit characteristic, and yield in muskmelon. *HortScience* 22:945-946. p.
64. MARCUSSI F.F.N., R.L.V. BÔAS, L.J.G. GODOY, R. GOTO (2004): Macronutrient accumulation and partitioning in fertigated sweet pepper plants. *Scientia Agricola*, 61 (1) 62-68. p.
65. MARKARIAN, J. (2005): Plasticulture comes of age. *Plastics, additives and compounding* 7:16-19. p.
66. MAYNARD D. N., O. A. LORENZ (1979): Controlled-release fertilizer for horticultural crops. *Horticultural Review*, 1:79-140. p.

67. MILLER D.E. (1986): Root Systems in Relation to Stress Tolerance. *HortScience*, 21:963-970. p.
68. MIYASHITA J., SHIOBARA T. (1997): [Single basal application into nursery pot with controlled available fertilizer for green pepper] Abstracts of the annual meeting, Japanese Society of. Soil Science. 43:177. p.
69. MOÓR J. (2000): A sikeres paprikatermesztés néhány technológiai eleme. *Hajtatás, Korai Termesztés*, 31 (3) 7-8. p.
70. MOÓR J., HORVÁTH S. (2001): Újra sikeres szabadföldi paprikatermesztés. *Gyakorlati Agrofórum* 12 (1) 17-20. p.
71. MOÓR J. (2002): Szabadföldi paprikatermesztés. *Termőföld*, 3:10-11. p.
72. NEARY PE., STORLIE CA., PATERSON JW., LAMM FR. (1995): Fertilization requirements for drip-irrigated bell peppers grown on loamy sand soils. Proceedings of the Fifth International Microirrigation Congress, Orlando, Florida, USA 2-6 April, 1995. 187-193. p.
73. NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK, TERMÉSNÖVELŐ ANYAGOK JEGYZÉKE II. (2002): Agrinex Bt.
74. OLSEN JK., LYONS PJ., KELLY MM. (1993): Nitrogen uptake and utilization by bell pepper in subtropical Australia. *Journal of Plant Nutrition*, 16 (1) 177-193. p.
75. OMBÓDI A. (2000): A szabályozott tápanyagleadású műtrágyák és alkalmazásuk lehetőségei a zöldségtermesztésben. *Hajtatás Korai Termesztés*, 31 (2) 13-15. p.
76. OMBÓDI A., KASSAI T. (2002): Lassú lebomlású és szabályozott tápanyagleadású műtrágyák használata zöldségfélék palántanevelésében. *Agrárágazat*, 3 (2) 70-72. p.
77. OMBÓDI A., SAIGUSA M. (2000): Broadcast Application Versus Band Application of Polyolefin-Coated Fertilizer on Green Peppers Grown on Andisol. *Journal of Plant Nutrition* 23 (10) 1485-1493. p.
78. OMBÓDI A., S. KOSUGE, SAIGUSA M. (2000): Effects of polyolefin-coated fertilizers on the nutritional quality of spinach. *Journal of Plant Nutrition*, 23 (10) 1485-1494. p.
79. Paprikatermesztés a koraiság tükrében (2002). *Kertészet és szőlészet*, 13:9-10. p.
80. PORTER W.C., W.W. ETZEL (1982): Effect of aluminium-painted and black mulches on bell pepper, *Capsicum annuum* L. *HortScience*, 17 (6) 942-943. p.
81. PRODUKT KFT (É.n.): Pritavit F₁ (Céges reklámanyag)
82. RACSKÓ J. (2002): Különböző takaróanyagok és talajtakarási módok alkalmazása a zöldség- és gyümölcsstermesztésben (2.). *Erdélyi Gazda*, 10:18-20. p.
83. RALOFF J. (1999): Plastic mulch's dirty secrets. *Science News*, 13 (156) 207 p.
84. RICE P.J., MCCONNELL L.L., HEIGHTON L.P., SADEGHI A.M., ISENSEE A.R., TEASDALE J.R., ABDUL-BAKI A.A., HARMAN-FETCHO J.A., HAPEMAN C.J. (2001): Runoff loss of pesticides and soil. *Journal of Environmental Quality*, 30:1808-1821. p.
85. RICE P.J., HARMAN-FETCHO J.A., TEASDALE J.R., SADEGHI A.M., MCCONNELL L.L., COFFMAN C.B., HERBERT R.R., HEIGHTON L.P., HAPEMAN C.J. (2004): Use of vegetative furrows to mitigate copper loads and soil loss in runoff polyethylene (plastic) mulch vegetable production systems. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23 (3) 719-725. p.
86. ROBERTS B.W., ANDERSON J.A. (1994): Canopy shade and soil mulch affect yield and solar injury of bell pepper. *HortScience*, 29(4) 258-260. p.
87. ROYAL SLUIS (É.n.): Pritavit F₁ (Céges reklámanyag)
88. ROYAL SLUIS (É.n.): Kárpia F₁ (Céges reklámanyag)
89. RYKBOST K.A., L. BOERSMA, H.J. MACK, W.E. SCHMISSEUR (1975): Yield response to soil warming: Vegetable crops. *Agronomy Journal*, 67:738-743. p.
90. SAGIV, B. (1999): Drip irrigation and fertilisation in Besor: Bell Pepper. In: BAR-YOSEF B.: Advances in fertigation. *Advances in Agriculture*, 65:1-77. p.
91. SAIGUSA M. (1999): Slow release nitrogen fertilizers and plant nutrition. In: H. R. SRIVASTAVA, R. P. SINGH (Szerk.): *Nitrogen nutrition and plant growth*. New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co. PVT. LTD.
92. SANTIAGO C., GOYAL MR. (1985): Nutrient uptake and solute movement in drip irrigated summer peppers. *Journal of the University of Puerto Rico*, 69 (1) 63-68. p.

93. SCOTTS Co. (É.n.a): Osmocote Plus szabályozott tápanyagleadású műtrágya. (Céges reklámanyag). Scotts Europe B.V. Magyarországi képviselője.
94. SCOTTS Co. (É.n.b): Osmocote Exact, programozott tápanyagleadású műtrágya. (Céges reklámanyag). Scotts Europe B.V. Magyarországi képviselője.
95. SHARMA G. C. (1979): Controlled release fertilizers and horticultural applications. *Scientia Horticulturae*, 11:107-129. p.
96. SHAVIV A. (2000): Advances in controlled-release fertilizers. *Advances in Agronomy*, 71:1-49. p.
97. SHAVIV A., R. L. MIKKELSEN. (1993): Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation - A review. *Fertilizer Research*, 35:1-12. p.
98. SHUKLA V., SRINIVAS K., PRABHAKAR B.S. (1987): Response of bell pepper to nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. *Indian Journal of Horticulture*, 44 (1-2) 81-84. p.
99. SOLTANI, N., J.L. ANDERSON, A.R. HAMSON (1995): Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and rowcovers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120:1001-1009. p.
100. SOMOS A. (1981): A paprika. Budapest: Akadémiai Kiadó. 396. p.
101. STORLIE CA., NEARY PE., PATERSON JW. (1995): Fertilizing drip-irrigated bell peppers grown on loamy sand soil. *HortTechnology*, 5 (4) 291-294. p.
102. SZÁSZ G., L. TŐKEI (1997): Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 722. p.
103. SZÉLL K. (2002): Szabadföldre is ültethető fehérpaprikák. *Kertészet és Szőlészet*, 51 (10) 9. p.
104. SZTÁRAY (2001): Paprika a Kisalföldön. In: RIMÓCZI I.: Paprika a Kisalföldön. *Kertészet és Szőlészet*, 50 (2) 14. p.
105. TAKEBE M., T. ISHIHARA, K. ISHII, T. YONEYAMA (1996): Effect of slow-releasing nitrogen fertilizers on the content of oxalic acid, ascorbic acid, sugars and nitrate in spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 67:147-154. p.
106. TARARA J. M. (2000): Microclimate Modification with plastic mulch. *HortScience*, 35: 169-179. p.
107. TEI F., BENINCASA P., GUIDUCCI M., BURNS IG., BENDING GD., MULHOLLAND B. (1999): Nitrogen fertilisation of lettuce, processing tomato and sweet pepper: yield, nitrogen uptake and the risk of nitrate leaching. *Acta-Horticulturae*, 506:61-67. p.
108. TERBE I. (1995a): Talaj-, tápanyagigény és trágyázás. 15-20. p. In: MÁRTONFFY B. (Szerk.) *Paprika*. Olitor Szaktanácsadó és Információs Szolgálat. 92. p.
109. TERBE I. (1995b): Talajtakarás fóliával. *Kertészet és Szőlészet*, 17:12. p.
110. TERBE I. (1998): A tápanyagellátás fejlesztése. *Kertészet és Szőlészet*, 47 (31) 12. p.
111. TERBE I. (1999): Paprika. 372-375. p. In: FÜLEKY GY. (Szerk.) *Tápanyaggazdálkodás*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 714. p.
112. TERBE I. (2002): Termésmennyiség, termésminőség és az öntözés kapcsolata. Előadás az „Intenzív zöldségtermesztés” című konferencián, Debrecen, 2002.08.21.
113. TERBE I. et al. (2004): A szükséges tápanyagmennyiség meghatározása. 28. p. In: TERBE I., CSATHÓ P. (Szerk.): *Környezetkímélő tápanyaggazdálkodás a szabadföldi zöldségtermesztésben*. Budapest: BCE Zöldség- és Gombaterm. Tsz., MTA TAKI, 50 p.
114. TERBE I. (2004): A szabadföldi zöldségtermesztés tápanyagutánpótlásának értékelése. Előadás a „Környezetkímélő tápanyag-gazdálkodás a szabadföldi zöldségtermesztésben” című tudományos ülésen, Budapest, 2004.05.24.
115. TINDALL, J.A., MILLS H.A., RADCLIFFE D.E. (1990): The effect of root-zone temperature on nutrient uptake of tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 13:939-956. p.
116. TOMPOS, GYÚRÓS (2002): A kápia paprikák hajtatása. *Kertészet és Szőlészet*, 27:7-8. p.
117. TÓTH Á. (2000): Az öntözés és tápoldatozás technikája. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 166. p.
118. TÖRÖK J. (2002): Zöldségpalánták iparszerű előállítás. Előadás az „Intenzív szabadföldi zöldségtermesztés” című konferencián, Debrecen 2002.08.21.

119. TRENKEL M. E. (1997): Improving fertilizer use efficiency, Controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association, 151. p.
120. TÚRI I. (1985): A kertészet igénye az egyes gyártmányok iránt. 27-77. p. In: SOMOS A., FILIUS I., TÚRI I. (Szerk.): *Műanyagok a kertészetben*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 346. p.
121. ÚJFALUDI I. (2002): Ugyanaz a fajta két helyszínen. In: RIMÓCZI I. Ugyanaz a fajta két helyszínen. *Kertészet és Szőlészet*, 51 (40) 9-10. p.
122. VANDERWERKEN J.E., D. WILCOX-LEE (1988): Influence of plastic mulch and type and frequency of irrigation on growth and yield of bell pepper. *HortScience*, 23(6) 985-988. p.
123. VELASQUEZ, J. F., IBARRA L. J. (1998): Cultivation of peppers using plastics mulch with coloured films and nutrient irrigation. *Plasticulture*, 116: 16-26. p.
124. VOS, J.G.M., T.S. UHAN, R. SUTARYA (1995): Integrated crop management of hot pepper (*Capsicum* spp.) under tropical lowland conditions: Effects of rice straw and plastic mulches on crop health. *Crop Protection*, 14 (6) 445-452. p.
125. WATERER D. R. (2000): Effect of soil mulches and herbicides on production economics of warm season vegetable crops in a cool climate. *HortTechnology*, 10:154-159. p.
126. WIEN, H.C., MINOTTI P.L. (1987): Growth, yield and nutrient uptake of transplanted freshmarket tomatoes as affected by plastic mulch and initial nitrogen rate. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112:759-763. p.
127. XU BEILEI (1997): General situation and future development of agricultural plastics in China. CIPA International Congress, March 1997
128. ZATYKÓ L. (1993): Paprika. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 174. .p.
129. ZATYKÓ L. (2002): Hozzászólás az „Intenzív szabadföldi zöldségtermesztés” című szakmai tanácskozáson, Debrecen 2002.08.02.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik segítséget nyújtottak munkám során. Köszönöm Dr. Dimény Juditnak, aki témavezetőként és tanszékvezetőként lehetővé tette a munka elvégzését, Dr. Ombódi Attilának, aki tanácsaival, ötleteivel végig támogattott, és a Kertészeti Technológiai Tanszék valamennyi munkatársának, akik segítséget nyújtottak a kísérletek és a dolgozat elkészítésében.

A kutatás megvalósítását anyagilag támogatta az Oktatási Minisztérium (OM-00127/2001) és az Országos Tudományos Kutatási Alapprogram (OTKA D 38315, F 34907).