



NYÍREGYHÁZI EGYETEM
MŰSZAKI ÉS AGRÁRTUDOMÁNYI INTÉZET
NYÍREGYHÁZA



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

**ALTERNATÍV TÁPANYAGUTÁNPÓTLÓ SZEREK HATÁSA A
PAPRIKA TERMÉSÉNEK JELLEMZŐ SZÖVETTANI
PARAMÉTEREIRE ÉS BETAKARÍTÁS UTÁNI VÍZVESZTÉSÉRE**

**EFFECT OF ALTERNATIVE NUTRIENT SUPPLEMENTS ON
HISTOLOGICAL PARAMETERS OF PEPPER FRUITS AND THEIR
POST-HARVEST WATER LOSS**

Készítette: Pilik Gábor Gergő

Konzulens: Dr. Tóth Csilla

NYÍREGYHÁZA

2024. NOVEMBER 22.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
2. CÉLKITŰZÉS	5
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
3.1. Az étkezési paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) származása, táplálkozási jelentősége, és hazánkban történő termesztése.....	6
3.2. Az étkezési paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) rendszertani besorolása	6
3.2.1. Gyökérzet.....	6
3.2.2. Hajtásrendszer	7
3.2.3. Levél.....	8
3.2.4. Virág.....	9
3.2.5. Termés.....	9
3.2.6. Mag	10
3.3. Az étkezési paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) ökológiai igénye	10
3.3.1. Talajigény	10
3.3.2. Tápanyagigény.....	10
3.3.3. Fényigény.....	12
3.3.4. Hőigény.....	12
3.3.5. Vízigény.....	13
3.4. Bogyótermés jellemző szövettani paraméterei.....	13
3.5. A kutikula szerepe a növényi vízháztartásban.....	14
3.6. A kutikula vastagságát befolyásoló termesztéstechnológiai elemek	15
3.7. A paprika bogyótermését borító kutikula fejlődésének tendenciája	15
3.8. A kutikula vastagságának hatása a paprika bogyók eltarthatóságára/pulton való tarthatóságára.....	15
3.9. Tapasztalatok a paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) pulton való tárolhatóságáról	16
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	17
4.1. A kísérlet helye és körülményei.....	17
4.1.1. A kísérlet folyamán alkalmazott termesztéstechnológia.....	17
4.1.2. A kijuttatott tápanyagutánpótló szerek	20
4.1.2.1. Granulált baromfitrágya	20
4.1.2.2. Riolittufa	21
4.1.2.3. Derítő.....	22
4.1.3. Vizsgálatba vont paprikafajta bemutatása	23
4.1.4. A mintaterület talajtípusa (vizsgálati eredmények)	23
4.1.5. A vizsgált évek időjárásadatainak bemutatása	25
4.1.6. A betakarítás körülményei (időpontok, érettségi állapot)	25
4.2. Laboratóriumi vizsgálatok	26
4.2.1. A kutikula vízháztartásban betöltött szerepének vizsgálata	26
4.2.2. A vízvesztés tendenciájának vizsgálata	28
4.2.3. Mikroanatómiai vizsgálatok	28
4.3. Statisztikai értékelés.....	28
5. EREDMÉNYEK.....	29
5.1. Az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek hatása a kutikulavastagságra.....	29
5.2. Az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek hatása a hipodermaréteg vastagságra.....	31
5.3. Az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek hatása a felfújó bogyók súlyvesztésére	35
5.4. Az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek vízvesztés dinamikájára gyakorolt hatása	40
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	42
7. ÖSSZEFOGLALÁS	44
8. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	46

1. BEVEZETÉS

A szabadföldön termesztett zöldségeket, köztük a paprikát is a betakarítását követően értékesítéséig tárolni kell. A tárolás során meg kell őrizni a frissességét annak érdekében, hogy a termék értékesíthetősége és nem utolsó sorban, a fogyasztók számára az élvezhetősége tartósan fent maradjon. Vannak létező megoldások (hűtőházakban a 8°C és 95–97%-os relatív páratartalom melletti tárolás, viaszolás, üzletekben zacskózás), melyekkel növelni lehet a paprikák bogyótermésének pulton való tarthatóságát. Napjainkban az ökológiai gazdálkodásból származó zöldségek, így a paprika esetében is azonban egyre fontosabb szemponttá válik, hogy ne csak termesztésük, hanem tárolásuk is vegyszerszermentesen történjék meg. Célszerűen meg kell próbálni olyan termesztési körülményeket kialakítani, melyek egyszerre környezetvédő megoldások és magas minőségű, egészséges, de ugyanakkor hosszú eltarthatóságú termést produkálnak.

A paprika bogyótermésének pulton való tarthatósága, apadási ideje nagyban függ termésfalának szöveti szerkezetétől: a termést borító kutikula vastagságától, a kutikula kémiai összetevőitől, a külső termésfalat felépítő hipodermaréteg vastagságától, az azt felépítő sejtsorok számától, amelyek az érése során folyamatosan alakulnak, fejlődnek, változnak. Éppen ezért a termés eltarthatóságát befolyásolja annak érettségi állapota. A fogyasztási/gazdasági érettség azt jelenti, hogy a termés elérte azt az állapotot, szint, méretet, amelyet a fogyasztó igényel. A biológiai érettség állapotában a termés magja érett és továbbszaporításra alkalmas. A biológiai érettségi állapot a paprika esetében nem minden esetben esik egybe fogyasztási/gazdasági érettséggel (fűszerpaprikák esetében igen), a kúp alakú, tölteni való paprikák ebben a biológiai érettség fázisában már túlérettnek számítanak, azonban – a termesztési körülményektől nagymértékben függve – a termés még egy ideig azért pulton tartható. Az optimális, teljesen kifejlett méretben, feszes állapotban leszedett paprika természetesen tovább tartható az pultokon, mint a korán szedett, még éretlen vagy a túlérett bogyók.

A boltok, hipermarketek, vagy akár a sarki zöldségesek pultjai, ahol hosszabb-rövidebb ideig tartózkodik a paprika, nem jelentenek optimális tárolási helyet számára, ugyanis ott a hőmérséklet a paprika bogyótermésének relatíve magas, 20-23 °C körüli, illetve a páratartalom is alacsony. A termék minőségében rövid időn belül változások történhetnek: vizet veszít, apad a termés, a termésfal feszsége csökken, fényessége megszűnik, kevésbé kíváncssá, kevésbé értékesíthetővé válik.

Mivel a paprika pulton való tárolhatóságát befolyásolja termésfalának szerkezete, melyre a termesztési körülmények nagymértékben hatnak, megállapítható, hogy előremutatók lehetnek az olyan kísérletek, amik a növénytaáplálás és a paprika termésének pulton való tarthatósága, annak időtartamának kinyújtása között keresnek kapcsolatot. A fenti gondolatok vezéreltek a jelen kutatások során is, és ezért tartom ezt a témát egyaránt nagyon érdekesnek és fontosnak.

Az ember „szemével vásárol”. A sarki kisboltnak és a multinacionális áruházaknak is egy a céljuk, hogy olyan terméket tudjanak értékesíteni, amelyeknek a pulton tarthatóságuk kiváló. Ugyanakkor a gazdáknak, a termelőknek is nagyon fontos, hogy első osztályú terméseket tudjanak biztosítani a vevők, vagy éppen a kereskedők számára.

2. CÉLKITŰZÉS

A fentiekből kiindulva a célkitűzéseim és a kísérlet során megfogalmazott kérdéseim a következők voltak:

- szövettani vizsgálatokkal elemezni, hogy milyen hatást fejt ki az ökológiai gazdálkodásban tápanyagutánpótló szerként jól alkalmazható granulált baromfitrágya, derítő és riolittufa a paprika termések kutikulájának a vastagságára, illetve a hipoderma rétegének a vastagságra,
- hogyan befolyásolják ezek a talajjavító anyagok a különböző érettségi stádiumban lévő bogyók szöveti felépítését, ezáltal vízvesztését, pulton tarthatóságát,
- melyik az az ökológiai gazdálkodásban leginkább alkalmazható alternatív tápanyagutánpótló anyag, mely a környezet terhelése nélkül javítja a talajaink állapotát, felvehető tápanyagtartalmát, ugyanakkor azzal párhuzamosan leginkább pozitívan befolyásolja a bogyók esztétikai állapotát, tárolhatóságát, pulton való tarthatóságát.

Vizsgálataimmal szeretnék kézzel fogható bizonyítékokat kapni és meggyőződni arról, hogy az általunk alkalmazott készítmények hatásosak-e a paprika felfűjt bogyótermésének eltarthatóságának fokozásában (a termést borító kutikula-, illetve a termésfal hipodermarétegének vastagságának növelés okán), valamint arról, hogy ezeknek az alternatív tápanyagutánpótló szereknek lehet-e lehetséges szerepe a jövőben – meghatározóan ökológiai termesztési körülmények között – jelentősen hozzájárulni a paprika pulton tarthatósági idejének hosszabbításához, növelve a termék értékét mind fogyasztói, mind termelői szempontból, tovább segítve és támogatva a magas beltartalmi paraméterekkel bíró ökotermékek előállítását, esetleges szakmai segítséget nyújtva a biogazdák számára.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Az étkezési paprika (*Capsicum annuum* L.) származása, táplálkozási jelentősége, és hazánkban történő termesztése

Az étkezési paprika (*Capsicum annuum* L.) sokunk által kedvelt zöldségféle, az Amerikai földrésről származik, ahol a mai napig nagyon sok változata ismert és található nemesített formában, illetve vadon. Európában a paprika a XV. században jelent meg, kezdetben a fűszerpaprika volt a fogyasztók által legtöbbet fogyasztott és alkalmazott fajta. A Kárpát-medencében boltgázkertészek által vált népszerűvé (INTERNET 1).

Táplálkozási jelentősége igen fontos, hisz számos nélkülözhetetlen vitamint tartalmaz, amely szükséges az egészséges élethez. A paprika jelentős C-vitamin-forrás, száz gramm nyers paprika 70 - 250 mg C-vitamint tartalmaz, a fajtájától függően. Általában a zöld színű paprikák több C-vitamint tartalmaznak, mint a világossárga és a fehér termésszínű fajták. Az apróbb bogyójú fajták szintén több C-vitamint tartalmaznak, mint a húsos, nagy bogyójúak. Ezenkívül a paprikában megtalálhatók az A-vitamin provitaminjai, mint az alfa- és béta-karotin, valamint a kriptoxantin. A paprika P-vitamint is tartalmaz. Csípősségét a kapszaicin nevű alkaloid okozza. A paprika színét adó pigmentek kémiai összetételük alapján a karotinoidokhoz tartoznak. Ezek közül a fő színyanyagok a kapszantin és a kapszorubin, valamint a provitamin hatásúak: a kriptoxantin és a béta-karotin. További színyanyagok a zeaxantin és a lutein. A paprika tartalmaz még illóolajat, 3-5 százaléknál szénhidrátot, 1,2 százaléknál fehérjét és 0,3 százaléknál lipidet is (INTERNET 2).

3.2. Az étkezési paprika (*Capsicum annuum* L.) rendszertani besorolása

Az étkezési paprika (*Capsicum annuum* L.) rendszertani helyzete SOÓ REZSŐ (1963) nyomán a következőképpen foglalható össze:

Spermatophyta (Magvas növények)
XIV. törzs: Angiospermae (Zárva-termők törzse)
Osztály: Dicotyledones (Kétszikűek osztálya)
Ágazat: Malvales-Tubiflorae
XXI. Sorozat: Personatae
Család: Solanaceae
Nemzetség: *Capsicum*

3.2.1. Gyökérzet

Az étkezési paprikát az erőteljes orsógyökér jellemzi, melyből az oldalgyökök egyenletesen elosztva, két szemközti sorban fejlődnek ki (gyökér központ hengerét két egyszerű fanyaláb

jellemzi - a paprika diarch sztelével rendelkezik (LANTOS, 2009), az oldalgyökerei a fanyalábok számával megegyező számban és sorban képződnek). A fejlett paprika gyökérzete azonban sűrű bojtához hasonlít. A levegőigényes gyökérzet a talaj 30-40 cm-es rétegében helyezkedik el (TERBE et al., 2005), oldalirányban 30-50 centiméteren terülnek el, de akár 30-60 centiméter mélyre is lehatolhat a gyökérzet (SOMOS, 1966). Az étkezési paprika kifejlett gyökértömege a növény 7-17%-át teszi ki (CSELŐTEI, 1955).

Abban az esetben, ha a helyrevetéssel történő szaporítási módot választjuk, akkor a paprika gyökérzetére a fentiek jellemzők, a növény főgyökérzetet nevel és azon egyenletesen oldalgyökereket fejleszt. Palántázással történő szaporítási módot alkalmazva, a növény tömegesen egyenrangú oldalgyökereket fejleszt, amely kiültetés előtt bojtos gyökérzetre hasonlít (1. ábra), ez azért alakul ki, mert a palánta nevelése során a paprika főgyökere a palántanevelési munkák során megsérül. Ilyen munkák például a tűzdelés, átültetés (BALÁZS, 1994).



1. ábra: Kiültetésre kerülő palánta gyökérzete

Forrás: Saját felvétel (2023.05.26.), Nyíregyházi Egyetem Bemutatókert

3.2.2. Hajtásrendszer

TERBE et al. (2005) a termesztett paprikafajtákat hajtásrendszerük alapján két típusba sorolták: az egyik típus a folytonos növekedésű, a másik a csokros, vagy más néven determinált növekedésű alak. Fiatalkori vegetatív növekedésük során mindkét típus általában elágazás nélkül növekszik a 9-10. levélnódusz kifejlesztéséig. Ekkor jelenik meg az első virág-, vagy bimbókezdemény, amely mellett két ág fejlődik. A folytonos növekedésű fajták általában kétszer két elágazásig fürtös jelleggel növekednek. Az így kialakult négy ágon ezután bogas jelleggel folytatják a növekedést, minden újabb nóduszon egy virágot, egy tovább növvő ágat és egy nem tovább növvő ágat fejlesztenek (2. ábra).



2. ábra: A paprika hajtásrendszere

Forrás: (INTERNET 3)

A csokros fajták képesek egy nóduszon egynél több virágot (csokrot) fejleszteni, és ezen a nóduszon leállítani a fürtös, vagy bogas ágrendszer növekedését. Ettől kezdve az eddig kialakult ágrendszer idősebb részei újabb, rövid szártagú, tovább nem növvő elágazásokat fejlesztenek, amelyek általában többesével álló virágokat hordoznak. Az, hogy a determinált növekedésű növény hányadik elágazásszinttől válik csokros jellegűvé, a környezeti tényezők vegetatív növekedésre gyakorolt hatásától is függ.

3.2.3. Levél

A paprika levelei egyszerűek, ép szélűek, nyelesek, színárnyalata a fajtára jellemző. Alakjuk kerekded, nyújtott ovális, vagy hegyesedő lehet (CSELŐTEI et al., 1993). A növény levélzetének színét a fajta nagymértékben befolyásolja, a sötétzöld bogyójú fajták levélzete sötétebb, míg a világosabb bogyójú fajták levélzete viszont világosabb (3. ábra).



2. ábra: Az almapaprika (*Capsicum annuum* L. convar. *grossum*) és a fűszerpaprika (*Capsicum annuum* L. convar. *longum*), mint fehér és zöld bogyójú paprika levele

Forrás: Saját forrás, (2022.07.12.) Nyíregyházi Egyetem bemutatókertje

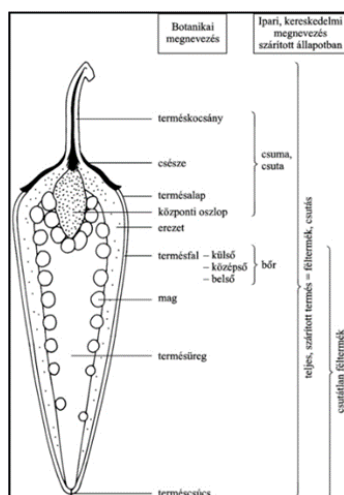
Az általunk is vizsgált „Tizenegyes” fajtát a jobb ellenállást elősegítő sötét levélszínre nemesítették (BALÁZS, 1994). A levelek szórtan, vagy átellenesen állnak.

3.2.4. Virág

A paprika virágai kétivarúak, a szíromlevelek száma 5, fehér színűek, a szirmok tövüknél összeforrtak. A porzók száma szintén 5, amelyekre többnyire a lila szín a jellemző, viszont egyes fajtáknál a sárga szín is jelenik meg. A termő színe és alakja egyaránt a terméstípusokra jellemző, bibében és bibeszálban végződik (BALÁZS, 1994). A portokban 11 000 - 18 000 darab egyforma méretű pollen fejlődik (HIROSE, 1965). A virágok egyesével, kettesével vagy csokorban helyezkednek el a bogas oldalágak ágvilláiban (CSELŐTEI et al., 1993). A virágok többnyire önbeporzók, de előfordul idegentermékenyülés is (TAKÁCSNÉ, 2017).

3.2.5. Termés

A paprikának felfűjt bogyó termése van (TAKÁCSNÉ, 2017). A felfűjt bogyótermés a termésfalból, a központi oszlopból, amelyen a magok találhatók, a rekeszfalakból, a csészéből és a kocsányból épül fel. A termésfal (melynek legértékesebb része a mezokarpium – a paprika „húsa”) az adott fajtára jellemző formájú termésüreget határolja (4. ábra). A termésfalat belülről az endokarpium, míg kívülről az exokarpium, illetve annak legkülső rétege, az epidermisz határolja.



4. ábra: A felfűjt bogyó részei és ipari megnevezések szerint

Forrás: KAPPELLER, 1994

Az epidermiszt kutikula borítja. Az epidermisz alatt 4-5 sejtsorú hipodermaréteget található. A központi oszlopon, a paprika érén található a magok. A paprika ere a magléc maradványa. A csészelevelek maradványa, a kocsány és az erek egyrésze – szintén, mint a meghúsosodott magléc maradványa – alkotják a bogyó csomóját, amely élelmezésre nem alkalmas. A paprika csípősségeért felelős kapszaicint tartalmazó mirigyek az erek középső harmadában található meg a legnagyobb mennyiségben (BALÁZS, 1994).

A kocsány alakja határozza meg, hogy a termés helyzete csüngő, vagy felálló (BALÁZS, 1994; CSELŐTEI et al., 1993). A termés mérete és színe is igen változatos, színe általában zöld színű vagy sárgás-fehér, azok a fajták, melyek gazdasági érettségben zöld színűek, azok sok esetben a biológiai érettséget elérve bepirosodnak (TAKÁCSNÉ, 2017).

3.2.6. Mag

Az étkezési paprika magja sima felületű, lapított és veseszerű. Ezermagtömege 5-7 gramm között változik. Csíráképességét akár 3-4 évig is megtartja (BALÁZS, 1994).

3.3. Az étkezési paprika (*Capsicum annuum* L.) ökológiai igénye

3.3.1. Talajigény

A paprikának a talaj kémiai, fizikai és szerkezeti tulajdonságaival szemben magasak az igényei. Számára legelőnyösebb talajok a viszonylag gyorsan felmelegedő, jó a tápanyag- és víz megtartó képességű és viszonylag magas humusztartalomú talajok. Ezeket a szempontokat figyelembe véve a homokos-vályog és vályogos homoktalajokat tekintjük a paprikatermesztés szempontjából ideálisnak. A homoktalajok is alkalmasak a paprika termesztésére, hisz laza szerkezetű és gyorsan felmelegedő talajtípus, viszont a tápanyagmegtartó és a vízmegtartó képessége gyenge (MÁRTONFFY, 1999). Adszorpciós kapacitást lehet fokozni, évenkénti szerves trágyázással. Tehát a trágyázás fő szerepe nem csak a tápanyagutánpótlás, hanem a talaj szerkezetének a javítása, a humusztartalmot növelve javul a talaj vízmegtartó képessége (INTERNET 4).

A talaj humusztartalma iránti igény hajtásban és szabadföldi körülmények között különböző. Hajtásban a legalább 4-5%-os szervesanyag tartalmú talaj szükséges, annak érdekében, hogy a növény gyökérzetének ideális legyen a termeszőközeg. Szabadföldi körülmények között 2-3%-os szervesanyag tartalmú talaj már elfogadható. A paprika számára az 1-5% közötti mésztartalom ideálisnak tekinthető, 1% alatti mésztartalom esetén már a kalcium hiány tüneteire lehetünk figyelmesek, 5%-os érték felett pedig a kalcium antagonizmusa lévén gátolja az egyes tápelemek felvételét és kedvezőtlen növekedést idézhet elő. A növény számára optimális a közömbös (7,0 pH), illetve az enyhén savanyú (6,4-7,0 pH) kémhatású talajok. Nem megfelelő a lúgos (8,0 pH feletti) és a túl savanyú kémhatású talaj (MÁRTONFFY, 1999).

3.3.2. Tápanyagigény

10 tonna paprikatermés 24 kg nitrogént, 9 kg P₂O₅-ot és 34 kg K₂O-t tartalmaz. Az 1. táblázat a paprika az 1 tonna termésének eléréséhez szükséges fajlagos tápanyagigényét tartalmazza.

1. táblázat: A paprika fajlagos tápanyagigénye 1 tonna termés eléréséhez

(Kg/ t termés)			
Növény	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Étkezési paprika	4-5	3-4	7-8

Forrás: INTERNET 5

A fontosabb makroelemeket és egyes mikroelemeket a növény a gyökerén keresztül veszi fel, vizes oldat formájában. Ennek okán a paprika tápanyagigényének kielégítésekor nem elegendő csupán az, ha a szükséges mennyiséget határozzuk meg, hiszen legalább olyan fontos az is, hogy a növény által meghatározott koncentrációtűrés értékének segítségével a táplálóközeg koncentrációját a növény optimális határa között tartsuk. A paprika növények 1 ezrelékes koncentrációt képesek elviselni, egyes fajtákra a 2 ezrelékes koncentráció már károsan tömény.

Az öntözések gyakoriságától, illetve a lehullott csapadék mennyiségétől függően folyamatosan változik a talaj vízkészlete, amely befolyásolja a tápanyag koncentrációt a talajban. A talaj tápanyag koncentrációjának változása hajtatott körülmények között kisebb, szabadföldi termesztés esetén kimagaslóan nagy is lehet. A szabadföldi talajokat 0,1 ezrelékes koncentrációig ajánlott tápanyaggal feltölteni, ennek oka az időszakos talajoldat bekonzentrálódásának a veszélye.

A nitrogénnek nagy szerepe van a vegetatív növekedésben, illetve a terméskötés mértékének növelésében. Túladagolás esetén jellegzetes tünetek jelennek meg: a levelek haragoszöld színűek és nagyméretűek lesznek, a terméskötődés nem lesz megfelelő a termeszlégzés következtében, a termések elaprózódnak és a növény vegetatív része intenzívebb növekedést produkál, azaz buja növekedés figyelhető meg. Mind a levél, mind pedig a termést borító kutikula vastagsága csökken, labilissá téve a növény vízháztartását, arid körülmények között fokozott vízvesztést előidézve. Nitrogén hiány esetén a növény növekedése lelassul, vagy kritikus érték alatt meg is áll, a levelek színe sárga lesz, a növény nem fog megfelelően termést kötni.

A foszfor a paprika generatív részeinek kialakításában játszik igen fontos szerepet, emellett különösen fontos az ültetés utáni időszakban, hisz a gyökérképződést serkenti. Nélkülözhetetlen abban az időszakban, amikor a növény vegetatív fázisból vált át generatív fázisba. Túladagolásakor a lomb-termés arány teljesen felborul, és eltolódik a termés irányába. Ilyen helyzetben a termések mérete apró lesz, különösen a determinált fajták esetében. Hiánya esetén a levelek szürkészöldek és keskenyek lesznek, a felfűjt bogyókban kevés mag található, ezzel összefüggésben a termések deformáltak lesznek. A paprika a legnagyobb mennyiségben igényli a káliumot, szerepe a növényben nem egyértelmű. Túladagolásakor gátolja egyes

tápelemek felvételét. Hiány esetén leromlási tünetekre lehetünk figyelmesek és a bronzos levélszíneződés, majd a lomb lehullás figyelhető meg (BALÁZS, 1994).

A kalcium ellátásra fokozottan ügyelnünk kell, hisz hiányakor a termés csúcs felőli harmadán száraz rothadás figyelhető meg. A folt azért van a bogyó csúcsi részén, mert a paprikabogyó osztódó szövetei a kocsánynál vannak, tehát a kocsány felé haladva egyre fiatalabb sejteket találunk. A fiatalabb sejteknek viszont fokozottabb a Ca^{2+} igényük (LANTOS, 2011).

3.3.3. Fényigény

BALÁZS (1994), valamint ZATYKÓ-MÁRKUS (2006) megállapítják, hogy a paprika sikeres terméskötéséhez fajtától függően minimum 12-14 óra megvilágításra és 5000 lux körüli fényerősségre van szüksége. A paprika hosszúnappalos növény. Ha a megvilágítás intenzitása nem éri el az adott fajta terméskötéséhez szükséges fényerősséget, a terméskötés elmarad az optimálistól. A paprika fényigényes növény, de terméskötéshez szükséges és az egyes fajtákra jellemző küszöbértéknél erősebb megvilágítás már a növény számára felesleges.

3.3.4. Hőigény

CSELŐTEI et al. (1993), BALÁZS (1994), illetve MÁRTONFFY (1999) azon az állásponton vannak, hogy a paprika egyike azon zöldségeknek, amelyek a legmelegigényesebbek. MÁRTONFFY (1999) szintén támasztja, hogy a paprika számára 3000 °C feletti hőösszeg szükséges. A növény optimális hőigénye a vegetatív és generatív szakaszaitól függően változó, ez $25 \pm 5-7$ °C (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006) (2. táblázat).

2. táblázat: A paprika hőigénye különböző fejlődési stádiumban

Fejlődési Stádium		30-32°C		25°C		18-20°C	
		Éjjel	Nappal	Éjjel	Nappal	Éjjel	Nappal
Csírázáskor	Talaj	+	+				
	Levegő	+	+				
Szikleves	Talaj			+	+		
	Levegő					+	+
Lombleveles	Talaj			+	+		
	Levegő			+	+		
Első kötések elősegítése	Talaj					+	+
	Levegő					+	+
Felnőtt növény	Talaj			+	+		
	Levegő				+	+	

Forrás: ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006

A paprika nagyon érzékeny a szélsőséges hőmérsékletre. Fejlődésére kedvezőtlenül hat a tartós 15-20 °C-os hűvös időjárás és 0°C alatt fagykárt szenved. A bogyókon égési sebek jelenhetnek meg, és emellett a növény képes elrúgni a virágait és a kötődött termést is abban az esetben, ha nem megfelelő a vízellátottsága, és ha nagyon magas a hőmérséklet. A mag

optimális csírázási hőoptimuma 25-30°C között alakul (CSELŐTEI et al., 1993). 35°C felett a paprika nem képes kötődésre (ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006).

3.3.5. Vízigény

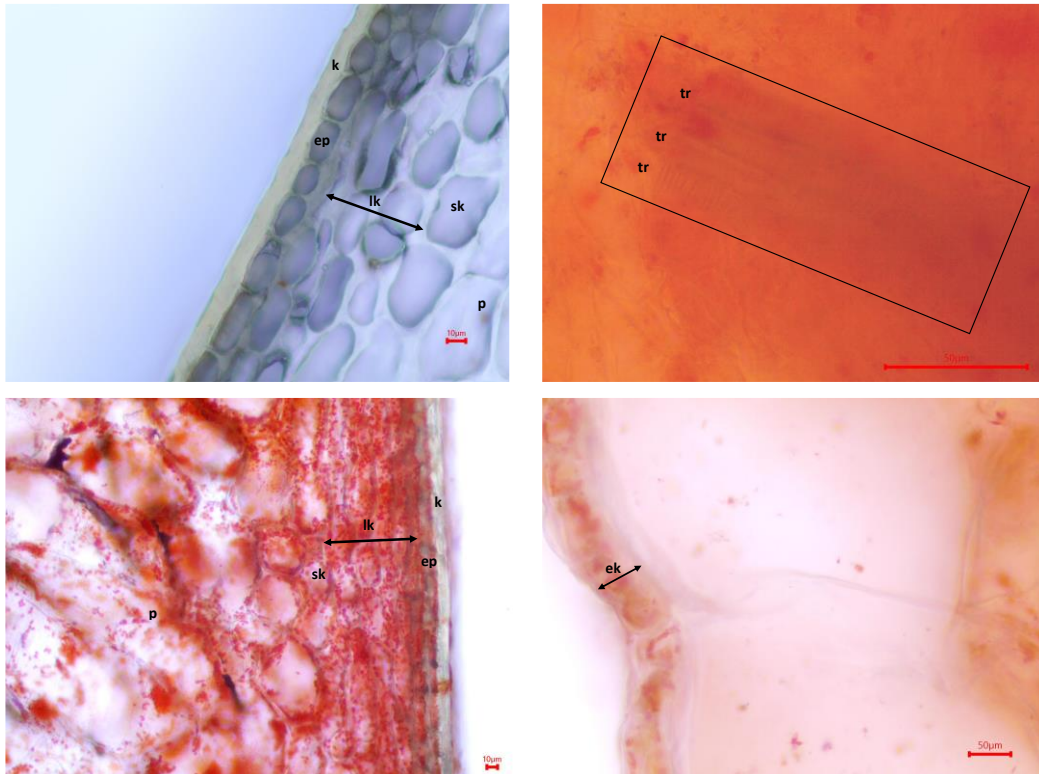
A paprika nagy vízigényű növény, ezt támaszták alá a következő mutatók. Egységnyi szárazanyag előállításához elpárologtatott víz értéke, azaz a transzpirációs együtthatója 300, míg a termesztési szempontból hasznos vízfogyasztási együtthatója 100. A paprika vízigényét csakis a hőigény függvényében kell vizsgálni. A hőigény és a vízfogyasztás között megfigyelhető kapcsolat van. Több megfigyelés alapján (BALÁZS, 1994; ZATYKÓ-MÁRKUS, 2006) megállapítható, hogy szabadföldi környezetben átlagosan 6°C hőösszeghez 1 mm evapotranszpirációs vízfogyasztás társul. A paprika számára a vegetációs időszakban 3000°C hőösszeg szükséges a megfelelő termés eléréséhez. Ezt figyelembe véve, 6°C hőösszeg egyenlő 1 mm vízfogyasztás-egyenérték alapján az mondható el, hogy a növény számára 500 mm víz utánpótlás szükséges. A paprika optimális fejlődéséhez, termeléséhez 650-700 mm víz utánpótlására van szükség.

3.4. Bogyótermés jellemző szövettani paraméterei

WERYSZKO-CHMIELEWSKA és MICHAŁOJC (2011) részletes leírást adnak érett bogyótermés terméshártyájának szöveti felépítéséről. Vizsgálataik szerint a perikarpium (exo-, mezo-, endokarpium) a következő szövetekből épül fel: kutikulával borított külső epidermisz (exokarpium), kollenchima, parenchima, szállítóyalábok (mezokarpium) és a termés üregét körülvevő belső epidermisz (endokarpium).

A kollenchima- és a parenchima sejtek protoplasztjaira – érett állapotban - jellemző a számos, különböző színű (narancs és piros) kromoplasztisz. A külső epidermisz egyetlen sejtrétegből áll, magassága 26-30 µm. A termés érése során az epidermiszt felépítő sejtek lignifikálódnak (DIAS et al., 2013). Az epidermiszréteg alatt elhelyezkedő kollenchima 5-7 sejtsornyi rétegből áll, a külső rétegeket lemezes kollenchima, a belső rétegeket sarkos kollenchima alkotja (5. ábra). A parenchimatikus sejtek vékony falúak, nagy sejtmagokat tartalmaztak.

A szállítóyalábok gyűrűs és spirális sejtfalvastagodáson átesett sejtekből felépülő tracheákat tartalmaznak. A belső epidermisz (endokarpium) egy sejtrétegből áll, sejtfaluk erősen megvastagodott.



5. ábra: A felfűjt bogyótermés jellemző szövettani paraméterei

k: kutikula, ep: epidermisz, lk: lemezes kollenchima, sk: sarkos kollenchima, p: parenchimatikus sejtek, tr: trachea – másodlagos sejtfa vastagodáson átesett (gyűrűs, spirális) sejtek, ek: endokarpium (nagyítás: 10x20, 10x40, méretarány skála: 10 µm)

Forrás: Saját felvétel, saját szerkesztés

3.5. A kutikula szerepe a növényi vízháztartásban

A kutikulának a növények szárazföldre történő kilépésétől kezdve kitüntetett szerepe van a száraz körülményekhez történő adaptációban, ezen túlmenően pedig a föld feletti részeket érő stresszek kivédésében, az azokra adott válaszokban – legyen szó biotikus, vagy abiotikus stresszről, úgy mint a szárazság-, só- és nehézfém-stressz. A kutikula jelenléte növényi képleteken, szerveken, terméseken nagy kertészeti jelentőséggel bír. A terméseken egyrészt patogén kórokozókkal szembeni védőgátként funkcionál (rajta csak azok a patogének képesek átjutni, amelyek speciális, kutikulát bontó enzimek előállítására képesek). A terméseket borító kutikulának további kiemelkedő szerepe van a termések egyébként szabályozatlan vízvesztésének, párologtatásának a meggátolásában (PARSONS et al., 2012; LARA et al., 2019).

A növényi kutikula három főbb alkotórészből épül fel: kutin, kután és kutikuláris viaszok (intrakutikuláris- és epikutikuláris viaszok). A kutikula legfelső határfelületét az epikutikuláris viaszok adják (ALBERT, 2014).

A paprika termése ideális választás a kutikula vízháztartásra gyakorolt hatásának vizsgálatához, ugyanis a termés nem rendelkezik gázcsere nyílásokkal, így a felületén keresztül zajló párologtatás egyetlen gátja csupán a kutikula (ALBERT, 2014). Több esetben felszíni repedések figyelhetők meg a bogyótermést borító kutikularéteg felszínén, melyek meleg vízbe

merítéssel megszüntethetők a termést borító kutikula viaszrétegének kiegyenlítetté tételével, amelyeken keresztül a párologtatás nagyobb fokú lehetett volna (FALLIK et al., 1999).

A kutikuláris viaszokkal való fedettséget és a vízvesztés mértékét negatív korrelációval jellemezhető (LARA et al., 2014).

3.6. A kutikula vastagságát befolyásoló termesztéstechnológiai elemek

Ismert, hogy melegházban nevelt növényeknél a magas páratartalom, az alacsony fényintenzitás, az öntözés volumene és gyakorisága negatívan hat a hajtás kutikulájának vastagságára. Ezek a növények a kutikula hiánya miatt kiültetés esetén ki vannak téve a nagyfokú vízvesztésnek. A kutikula, a viaszok termelődése növelhető a relatív páratartalom csökkentésével (ALBERT, 2014). Szintén ismert, hogy a túlzott nitrogén szintén csökkentőleg hat a kutikularéteg vastagságára, mind a hajtás, mind pedig a termés esetében. Termés esetén ez negatívan befolyásolja a termés eltarthatóságát (ehhez a túlzott nitrogén hatására lazává váló terméshús is hozzájárul), az elvékonyodó kutikularéteg a termés vízvesztését nem tudja mérsékelni a tárolás során.

Többen megállapítják (ALBERT, 2014; TERBE et al., 2011; WIEDENHOEFT, 2006), hogy a termés kutikulájának vastagsága kapcsolatban áll a termés kalcium-ion tartalmával. A kalcium hiánya adódhat öntözési és nitrogén-trágyázási problémákból. A talaj esetlegesen alacsony pH-értéke is negatívan hat a növények kalcium-ion felvételére, gátolva azt.

3.7. A paprika bogyótermését borító kutikula fejlődésének tendenciája

Több szerző (ALBERT, 2014; DÍAZ-PÉREZ et al., 2007) megállapítja, hogy a paprika bogyótermésének vízvesztés mértéke összefüggést mutat a bogyótermés érettségi állapotával, valamint, hogy a vízvesztés mértéke az éretlen termésekben a legnagyobb. Szintén megállapítják, hogy a termések vízgőzre való átjárhatósága csökken a termések tömegének növekedésével. A különböző érettségi állapotban lévő paprikák vízvesztése között meglévő különbségek a kutikuláris viaszok minőségében az érés során bekövetkező változásokkal magyarázható: míg az érés kezdetén hosszú láncú viaszkomponensek halmozódnak fel, az érési periódus végén rövid láncú komponensek.

3.8. A kutikula vastagságának hatása a paprika bogyók eltarthatóságára/pulton való tarthatóságára

A paprika termésén található epidermiszen nem található gázcserenyílások, a felületén keresztül zajló párologtatás egyetlen gátja csupán a kutikula (ALBERT, 2014).

Mivel több kutatás is alátámasztja (DÍAZ-PÉREZ et al., 2007; ZSOM, 2007), hogy a paprika termésének vízvesztése a tárolás során jellemzően az éretlen termésekben jelent meg, illetve, hogy a termések feszsége, a vízvesztésük mértéke csökken a termések fejlettségének,

méretének, tömegének növekedésével, megállapítható, hogy a termés érése során változás éri – kiterjedtebbé válik – a kutikularéteg vastagságát. A fenti kutatások azt is bizonyítják, hogy igen szoros kapcsolat áll fenn a paprika termésén található kutikularéteg vastagsága és a termés vízvesztése között, mely nagyban befolyásolja a paprika pulton való tarthatóságát.

A fenti szerzők alapján kijelenthető, hogy a legkisebb tömegű paprikák veszítik a legtöbb vizet a tárolási periódus alatt. ALBERT (2014) vizsgálatai során kloroformos kutikula-lemosást alkalmazott paprikán annak érdekében, hogy képet kapjon a kutikula párologtatásban betöltött szerepéről. Megfigyelései szerint a kloroformozott minták vízvesztésének nagymértékű növekedése volt megfigyelhető, ami arra utalt, hogy a sztómamentes paprikatermés vízháztartásában és annak szabályozásában csak a kutikula játszhat kulcsfontosságú szerepet. Eredményeiben rámutat továbbá arra, hogy a kutikula vastagsága és a növény vízmegtartó képessége között mindezek ellenére nem közvetlen az összefüggés (ebben a kérdésben egyetért SMITH et al. (2006) megállapításaival). Leszögezi, hogy a vízmegtartásban meglévő különbségek inkább a kutikuláris viaszok összetételében, strukturáltságában meglévő különbségekből adódnak.

3.9. Tapasztalatok a paprika (*Capsicum annuum* L.) pulton való tárolhatóságáról

Az étkezési paprika bogyótermésének nedvességtartalma 90 % (ZSOM, 2007), ebből adódóan igen érzékeny a víztartalmának változására. Tömegvesztése egyrészt a vízvesztéséből adódik, másrészt a termés légzéséből (LARA, 2018).

Maga a tömegvesztés a tárolási hőmérséklettől, a tároló helység páratartalmától, a transzspirációs koefficiensről, a légzésintenzitás mértékétől, a felület-tömeg arányától függ. A termés víztartalmának alakulását befolyásolják a légzési (respirációs) és a vízpárologtatási (transzspirációs) folyamatok (ZSOM, 2007). Maga a transzspirációs tömegvesztés több termésjellemzőtől függ, úgy, mint a termés mérete, súlya, felülete, a felület permeabilitása – mely nagyban meghatározott a felületet borító kutikularéteg vastagsága (és természetesen kémiai jellemzői) által. Ugyanakkor a transzspirációs tömegvesztés nagyban függ a környezeti levegő állapotától is, úgy, mint a hőmérsékleti viszonyoktól, a páratartalomtól, esetlegesen a légáramlási viszonyoktól. A fentiekből adódó fokozott felületi vízpárologtatás miatt a paprika csomaglás nélküli pulton való tarthatósága csökken, csökken a bogyók víztartalma, a bogyók fonnyadását okozva, a termés minőségét és eltarthatóságát rontva, ezáltal piaci értékesítést eredményezve.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A kísérlet helye és körülményei

Vizsgálatainkhoz a kísérlet a Nyíregyházi Egyetem bemutató kertjében lett beállítva 2023-ban, a mérésekre és a mikroszkópos vizsgálatokra a Műszaki és Agrártudományi Intézet laboratóriumában került sor. A vizsgálatokat kispárcellás kísérletben végeztük, három talajjavító anyagot alkalmazva: derítőt, riolittufát és granulált baromfitrágyát. A kispárcellák területe 0,9 m x 9 m volt. A vizsgálatba vont paprikafajta a „Tizenegyes” fajta volt.

4.1.1. A kísérlet folyamán alkalmazott termesztéstechnológia

A 2023-es évben a használt szaporítóanyagot a Horváth Kertészeti Árudából vásároltam. A „Tizenegyes” fajtát 2023. március 24-én vetettem el a Nyíregyházi Egyetem fóliaházában, tőzeggel megtöltött szaporítóládába. A ládát először háromnegyedig megtöltöttem tőzeggel és ezt egy tömörítő eszköz segítségével tömörítettem, majd egy magárok kialakító eszköz segítségével kialakítottam a magárkot, amelybe majd a magvakat egyenlő távolságra helyeztem el (6. ábra).



6. ábra: A paprika mag szaporítóládjában történő kézzel vetése

Forrás: Saját felvétel (első és második fotó: 2023.03.30. harmadik fotó: 2023.04.04.), Nyíregyházi Egyetem, Fóliaház

Ezt követően tőzeggel borítottam a magvakat, majd tömörítettem és öntöztem. A fajta nevét egy növényjelölő táblára jegyeztem fel, amelyet a tálca szélébe helyeztem. A növények a csírázás és palántanevelés időszakában a fóliaházban voltak elhelyezve, amelyben állandó hőmérsékleten fejlődhettek. A csírázás után, során elkezdődik a palánták vegetatív növekedése. A palántanevelés folyamán folyamatosan biztosítottuk a növények vízigényét, ha szükséges volt, akkor kézzel megtörtént a palánták gyomlálása. A májusi fagyok után került sor a palánták kiültetésére, kiültetés előtt a palántákat edzettük.

2023. április 27-én a parcella gyomtalanítását és a talaj alapművelését végeztem el egy „Oleo mac” típusú robbanómotoros rotációs kapával. (7. ábra). A következő lépésként 2023. május 4-én kijuttattuk a három különböző talajjavító anyagot (8. ábra).



7. ábra: A kísérleti parcella alapművelése robbanómotoros rotációs kapával.

Forrás: Saját felvétel (2023. 04. 27.), Nyíregyházi Egyetem, Bemutatókert



8. ábra: Trágyaszerek kijuttatása és bedolgozása

Forrás: Saját felvétel (Első fotó: 2022.05.20; Második és harmadik fotó: 2023.05.04.),
Nyíregyházi Egyetem, Bemutatókert

A parcellán belül 8 darab kisparcella került kialakításra, amelyből kettő kontroll parcella volt, kettő baromfitrágyát, kettő riolittufát, illetve kettő derítőt kapott (9 .ábra).

Kisparcellás kísérlet (2023)
Paprikafajta: „Tizenegyes”

Kezelés	Kontroll	Derítő	Baromfi- trágya	Riolittufa	Kontroll	Derítő	Baromfi- trágya	Riolittufa
1.	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	+	+	+	+	+	+	+	+
5.	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	+	+	+	+	+	+	+	+
7.	+	+	+	+	+	+	+	+
8.	+	+	+	+	+	+	+	+
9.	+	+	+	+	+	+	+	+
10.	+	+	+	+	+	+	+	+
11.	+	+	+	+	+	+	+	+
12.	+	+	+	+	+	+	+	+
13.	+	+	+	+	+	+	+	+
14.	+	+	+	+	+	+	+	+
15.	+	+	+	+	+	+	+	+
16.	+	+	+	+	+	+	+	+
17.	+	+	+	+	+	+	+	+
18.	+	+	+	+	+	+	+	+
19.	+	+	+	+	+	+	+	+
20.	+	+	+	+	+	+	+	+

9. ábra: A kísérleti parcellák felosztása, kezelése, az azokban elhelyezett növények (20 db) sematikus ábrázolása

Forrás: Saját szerkesztés

A parcellákban kijuttatott talajjaívitó anyagok négyzetméterenkénti mennyisége a riolittufa esetében 2 kg, a baromfitrágya esetében 0,2 kg, illetve a derítő esetében szintén 2 kg volt. Egy-egy kisparcellában 0,4m x 10 m-es területen juttattuk ki a különböző javító anyagokat. Így parcellánként összesen 0,8 kg baromfitrágyát, 8 kg derítőt, valamint 8 kg riolittufát mértem ki, melyet a kimérést követően kézzel szórtam ki a megfelelő kísérleti parcellákba (10. ábra).

A kijuttatott anyagok talajba dolgozása „Oleo mac” típusú robbanómotoros rotációska segítségével történt.



10. ábra: A három, a kísérlet beállítása során alkalmazott talajjavító anyag

1. Baromfitrágya, 2. Derítő, 3. Riolittufa

Forrás: Saját felvétel (2023.05.04.), Nyíregyházi Egyetem, Bemutatókert

A megfelelő talajelőkészítés követően, 2023. május 26-án elvégeztük a palánták kiültetését. Karók, zsinór és mérőszalag segítségével 8 darab 10 méter hosszú sort jelöltem ki, amelyek között 90 centiméteres sortávolságot hagytam. Egy 25 centiméter hosszúságúra kialakított pálca használatával jelöltem meg a palánták pontos helyét, ez adta meg a tőtávolságot. A palánták helyének kijelölése után a palántaültető eszköz segítségével kialakítottam az ültető gödröket, amelyeket majd bőségesen beöntöztem. Amíg a talaj elnyelte a vizet, addig a szaporítóládából a palántákat a kezemmel finoman szétválogattam (11. ábra).



11. ábra: Szaporítóládában nevelt palánták kiültetés előtt

Forrás: Saját felvétel (2023.05.26.), Nyíregyházi Egyetem, Bemutatókert

A szálas palántákat a beöntözött lyukakba helyeztem, a gyökeréhez talajt húztam, amelyet tömörítettem és bőségesen öntöztem (12. ábra).



12. ábra: Szaporítóládában nevelt palánták kiültetése

Forrás: Saját felvétel (2023.05.26.), Nyíregyházi Egyetem, Bemutatókert

A vegetatív és generatív szakaszban egyaránt hetente, kéthetente szükséges volt a mechanikai gyomírtás, amelyet részben kapával végeztem el, részben – a növények tövében – kézzel (13. ábra).



13. ábra: A „Tizenegyes” paprikafajta állomány

Forrás: Saját felvétel (Első és második fotó: 2023.07.17.; Harmadik fotó: 2023.07.27.),
Nyíregyházi Egyetem, Bemutatókert

Az állomány sem a vegetatív, sem a generatív időszakban nem igényelt növényvédelmi beavatkozást. Makro-, illetve mikroelem pótlást sem végeztünk. Az öntözés minden nap, telepített csepegtető szalag segítségével valósult meg.

4.1.2. A kijuttatott tápanyagutánpótló szerek

4.1.2.1. Granulált baromfitrágya

A szerves trágya granulátumok és a szervestrágyák nagy mennyiségű humusztartalmuk révén pozitív hatást gyakorolnak a talaj szerkezetére. Javítják a talaj tápanyagellátottságát, víz- és levegőgazdálkodását és a talaj hőháztartása is optimálisabb lesz. A magas humusztartalmú anyagoknak nagyon fontos szerepük van a hajtásban is, a bomló szervesanyagok pótolják a növények által felhasznált szén-dioxidot, ez különösen az üvegházakban és a fóliasátrokban

fontos. A granulált szerves trágyák jelentős mennyiségben tartalmaznak nitrogént, foszfort, káliumot és magnéziumot, amelyek elengedhetetlenek a növények számára.

A granulált baromfitrágyának számos előnye van (INTERNET 6). Megfelelő helyen és módon tárolva akár évekig is eltárolható, összetétele állandó, szerves illetve tápanyag összetételük változatlan minőségű. Hatása tartós, hiszen a bennük található tápanyagok lassan szabadulnak fel. A gyomosodást megelőzve nem tartalmaznak gyommagvakat, hisz előállításuk során a hőkezelés hatására meggátolják a gyommagvak későbbi csírázását. Nem perzsel és nagyon kiváló a nedvességfelevő és- megtartó képességük (INTERNET 7).

Az általunk alkalmazott granulált baromfitrágya a BIO-FER NATUR nevű talajjavító szer volt, összetételét az 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat: A kísérletben használt baromfitrágya kémiai összetétele

Nitrogén (m/m)%	4
Foszfor (m/m)%	3
Kálium (m/m)%	3
Ca (m/m)%	6
Mg (m/m)%	0,5
S (m/m)%	1
B (mg/kg)	41,03
Fe (mg/kg)	561
Mn (mg/kg)	924
Mo (mg/kg)	5,56
Zn (mg/kg)	1218
Cu (mg/kg)	122,3
Nedvesség (m/m)%	13
pH	7,4±0,5
Összes szerves anyag (m/m)%	72

Forrás: INTERNET 8

4.1.2.2. Rioltuffa

1988 óta a hazai mezőgazdaságban az állatállomány létszáma és az általuk termelt szerves trágya mennyisége folyamatos csökkenést mutat. Ezek a tényezők azt indokolják, hogy a tápanyaggazdálkodásban egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetnünk természetes eredetű anyagokra. Ilyen természetes eredetű, magas ásványianyag-tartalmú alternatív tápanyagutánpótló anyag, az ökológiai gazdálkodásban is engedélyezett a rioltuffa őrlemény (4. táblázat). Az őrlemény javítja a talaj kémiai, biológiai, fizikai tulajdonságait és biztosítja a mikro-, makro- és nyomelem szükségletét (INTERNET 9).

A fizikai tulajdonságait tekintve nagymértékben javítja a talaj pórustérfogatát, kiemelkedően jó a vízmegkötő képessége. Térfogattömegéhez képest 20-25% víz megkötésére képes, amely aszályos körülmények között nagyon előnyös. Kémhatása közel semleges, így képes a savanyú, illetve a lúgos talajok kémhatását a semleges tartomány felé mozdítani (INTERNET 10).

4. táblázat: A kísérletben használt riolittufa kémiai összetétele

Kémhatás	6,6>
Ca (m/m%)	0,10
K ₂ O (m/m%)	3,01
Mg (m/m%)	0,03
Fe (m/m%)	0,20
SiO ₂ (m/m%)	77,4
Na (m/m%)	1,5
Cu (mg/kg)	0
Zn (mg/kg)	30,0
Mn (mg/kg)	40,0
Pb (mg/kg)	10 alatt
Cd (mg/kg)	0
Ni (mg/kg)	0
Cr (mg/kg)	0
Nedvességtartalom (m/m%)	17,8
Sűrűség (kg/dm ³)	0,7

Forrás: INTERNET 9

Segíti a növény gyökérképződését és fejlődését, javítja a termés hozamát, minőségét, javul a betegségekkel szembeni ellenálló képessége, a tápanyagot jobban tudja hasznosítani. Gyümölcstermesztésben növeli a koraiságot, a termés beltartalmi,- tárolhatósági, és fogyasztói tulajdonságait javítja. A palánták előállításban is hasznos, egyenletes növényfejlődés mellett nagy gyökértömeg előállítását is segíti (INTERNET 9).

4.1.2.3. Derítő

A derítő egy olyan típusú anyag, mely két alkotó elemből áll: bentonit és a bioszén. A bentonit az agyagásványok csoportjába sorolható, természetes képződmény, vulkáni hamu vízzel alkotott elegye alkotja. Montmorillonit a bentonit fő ásványi alkotó eleme. Fizikai, kémiai tulajdonságai és gazdag ásványi anyag tartalma teszi különlegessé. Vízzel érintkezve géles tapintású, térfogatának akár többszörösét is képes megkötni, rettentően jó ioncserélő képességgel rendelkezik. Megkülönböztetünk nátrium-, és kálium bentonitokat (INTERNET 11). Alkalmazása esetén, minden talajtípusnál megfigyelhető, javul a talajszerkezet, és a talaj vízmegtartó képessége, csökken a talajhőmérséklet ingadozása. A kémhatást a semleges tartomány felé segíti. Gyümölcstermesztésben megfigyelhető, hogy a hozamnövekedés mellett javul a gyümölcs íz- és zamatanyag minősége, és nem utolsó sorban a tárolhatóság minőségét is javítja (INTERNET 12). A bioszén egy olyan termék, amely különféle biomasszák oxigénszegény környezetben történő hevítésének az eredménye. Faágak, azok aprítékai, mezőgazdasági maradványok, melléktermékek is optimális alapanyagai lehetnek (INTERNET 13). A folyamatok hatására a növényi anyagok kémiai és fizikai tulajdonságai jelentős mértékben megváltoznak, egy szénben gazdag, biológiailag stabil, porózus anyag keletkezik (INTERNET 14). A bioszén a növényi eredetének köszönhetően, pórusos szerkezetű és nagy

felületű anyag, nagy mennyiségű tápanyagot és vizet képes magába felszívni. Megköti, tárolja, és ez által képes megakadályozni a tápanyagok kimosódását. A porózus szerkezet tágas és biztonságos előhelyet biztosít a talajban élő jótékony mikrobák számára. A bioszén csökkenti a talaj sűrűségét, ez segíti a talaj levegőgazdálkodását (INTERNET 13).

A kísérletünkben felhasznált derítő tükrös almalé gyártási technológiából származó bentonitot és aktív szenet tartalmazó telített derítő volt, amelyet egy Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében működő gyümölcsleógyártó (almalé) vállalkozás bocsátott a rendelkezésünkre, annak pontos összetételéről a vállalkozás nem kívánt tájékoztatást adni.

4.1.3. Vizsgálatba vont paprikafajta bemutatása

A vizsgálatok beállításához egy fehér húsú paprikafajtát, a „Tizenegyes” fajtát használtam.

A „Tizenegyes” paprikafajta fajta determinált növekedésű, gyors fejlődésű és bőtermő. Magassága 25-30 centiméter körüli. Palántanevelésre és helyreállításra is alkalmas. Felfűjt bogyótermésének átlagsúlya 60-80 g, állása csüngő, kúpos alakú, húsának színe fehér, édes. A fényhiányt jól tűri. Különlegessége a sötétzöld lombozata. *Xanthomonas* vírussal szemben toleráns, de a dohánymozaik vírus közönséges törzseivel szemben ellenálló. 1986. 05. 10-én kapott hivatalosan állami elismerést. A ZKI Zöldségtermesztési Kutató Intézet Zrt. a „Tizenegyes” paprika fajtafenntartó intézménye (INTERNET 15).

4.1.4. A mintaterület talajtípusa (vizsgálati eredmények)

Az 5. táblázat tartalmazza a 2023. szeptemberében, a talaj 40 cm-es mélységből vett talajminták eredményeit. Valamennyi kezelés minden ismétléséből 3-3 mintavételi helyről történt meg a mintavételezés, a laboratóriumi vizsgálatokra az átlagminták kerültek elküldésre, a vizsgálatok a Baromfi-Coop Kft. Állategészségügyi Laboratóriumában (Nyírkércs) történtek meg.

A Nyírséget jellemző talajaink az aranyféle kötöttségi szám (K_A) értékei alapján – amely átlagosan 30,5 – a IV. termőhelyi kategóriába sorolhatók, melyek a laza homoktalajok. A talajok vízben mért kémhatása a különböző kezelések esetében egyöntetűen $pH=7,56$. A szénsavas mésztartalom értékeit figyelembe véve azt állapíthatjuk meg, hogy a mintaterület talaja a gyengén meszes kategóriába tartozik – a gyengén meszes kategóriába a 0,1-4,9 m/m% közötti értékek sorolhatók. Az egyes parcellákból vett talajminták alapján elmondható, hogy a talajok humusztartalma az értékek alapján, nyírségi viszonylatban jónak tekinthető, 2%-os. Így megállapítható, hogy a humusztartalom eredményei alapján a kísérleti parcellák nitrogén ellátottsága jónak tekinthető (itt meg kell jegyeznünk, hogy a kísérlet beállításának a helyszínére 2021-ben istállótrágya került kijuttatásra).

5. táblázat: A 1. – 8. parcella talajanalitikai eredményei

	1. K	2. RT	3. BT	4. D	5. K.	6. RT	7. BT	8. D
Vizsgált paraméterek								
pH érték (H ₂ O) [-]	7,55	7,54	7,50	7,54	7,52	7,61	7,61	7,62
pH érték (KCl) [-]	7,27	7,27	7,29	7,24	7,31	7,31	7,31	7,31
Vízben oldható összes só [m/m%] légsz.a.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Szénsavas mész [m/m%] légsz.a.	2,58	1,91	1,85	2,31	1,80	2,80	2,70	1,62
Humusz (K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ₂ SO ₄) [m/m%] légsz.a.	2,53	2,68	2,23	2,91	2,44	2,77	2,57	2,68
Arany féle kötöttségi szám [KA]	30	30	31	32	30	31	30	30
Kálium (kálium-oxidban kifejezve) (AL- oldható) [mg/kg] légsz.a.	76,0	237	230	297	137	103	89,0	76,6
Nátrium (AL-oldható) [mg/kg] légsz.a.	36,6	33,9	36,7	35,6	32,0	36,9	35,7	41,5
Foszfor (foszfor-pentoxidban kifejezve) (AL-oldható) [mg/kg] légsz.a.	473	639	703	771	592	551	513	508
Magnézium (KCl-oldható) [mg/kg] légsz.a.	68,8	104	103	102	86,4	75,0	72,4	65,2
Kén (KCl-oldható) [mg/kg] légsz.a.	6,28	8,23	8,94	8,72	5,99	6,62	6,12	5,79
Nitrit+nitrát nitrogén (KCl-oldható) [mg/kg] légsz.a.	-	-	-	-	-	-	-	-
Réz (EDTA-oldható) [mg/kg] légsz.a.	1,88	4,23	1,95	2,00	1,82	1,81	1,69	1,52
Cink (EDTA-oldható) [mg/kg] légsz.a.	9,39	7,90	7,86	9,19	8,13	9,67	9,98	9,17
Mangán (EDTA-oldható) [mg/kg] légsz.a.	34,7	43,1	39,4	41,6	40,7	46,3	44,5	34,9

K: Kontroll, RT: Riolittufa, BT: Baromfitrágya, D: Derítő

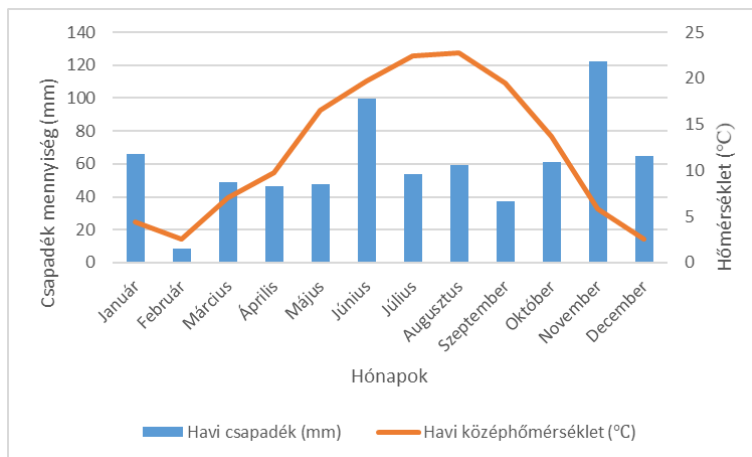
Forrás: Baromfi-Coop Kft. Állategészségügyi Laboratóriuma, saját szerkesztés

A káliumellátottság parcellánként igen eltérő eredményeket mutatott a bevizsgált minták esetén. A vizsgált parcellák közül a 2., 3. és 4. parcella a kapott értéke alapján az „igen jó” kategóriába sorolható (237, 230, illetve 297 mg/kg), 5. parcella vizsgálati értéke azonban 137 mg/kg, amely alapján ez a „közepes” kategóriába tartozik. A 6. parcella „gyenge” kálium ellátottságú (103 mg/kg), a 7. pedig „igen gyenge” kategóriába sorolható (89 mg/kg). Az 1. és a 8. nyolcadik parcella talajmintáiban kirívóan alacsony, 76-76 mg/kg kálidot értéket lehetett mérni, így azok az „igen gyenge” kategória alá sorolhatók be. A talajok foszforellátottsága kimagasló értéket mutat, minden parcella, azaz minden kezelés esetében az „igen jó” kategória fölötti értékeket kaptunk. Megfigyelhető, hogy az 1-es és az 5-ös parcella értékeihez viszonyítva - amelyek a kontroll parcellák voltak - a többi parcella értékei magasabbak. Átlagos értékekkel számolva a kontroll parcellákhoz képest (1. és 5. parcella) a riolittufával kezelt (2. és 6.) parcellák esetében 11,74%-os, a baromfitrágyával kezelt (3. és 7.) parcellák esetében 14,18%-os, míg a derítővel kezelt (4. és 8.) parcellák 20,09%-os különbség figyelhető meg.

4.1.5. A vizsgált évek időjárásselemeinek bemutatása

A vizsgált év meteorológiai elemzéséhez szükséges adatok a Debreceni Egyetem nyíregyházi Agrár Kutatóintézetéből származó 2023-as év hőmérsékleti- és csapadékadatok voltak.

A 14. ábra szemlélteti a 2023-as évi hőmérsékleti- és csapadék adatok az alakulását.



14. ábra: A vizsgált év (2023) hőmérsékleti- és csapadéértékeinek alakulása

Forrás: Debreceni Egyetem AKIT, Nyíregyháza, saját szerkesztés

Elmondható, hogy a 2023-as év éves csapadékmennyiség 715,8 mm volt, amely jelentősen meghaladja a többéves átlagot (az elmúlt 130 év többéves csapadékatlaga 564,5 mm), tehát kifejezetten csapadékos évjáratnak minősíthető. Vizsgálataink során a tenyészidőszak májustól októberig tartott. Ebben az időszakban a lehullott összes csapadékmennyiség 358,7 mm volt. Míg a június hónap kifejezetten csapadékos volt (99,4 mm), addig a július – szeptemberi időszakot a mérsékelt csapadékmennyiség jellemezte (37,5 és 59,1 mm között csapadéértékek). A vizsgált tenyészidőszakban 59,83 mm volt a havi átlag csapadékmennyiség.

A hőmérsékleti adatok alapján megállapítható, hogy az éves átlag középhőmérséklet 12,23 °C (az elmúlt 130 éves átlag alapján számított éves középhőmérséklet 11,17 °C), a tenyészidőszakban átlag középhőmérséklete pedig 19,1 °C volt. A legmelegebb hónapok a július (22,4 °C) és az augusztus (22,8 °C) voltak. A júliusban ez a hőmérséklet alacsony csapadéértékkel (53,6 mm) párosult, az augusztus hasonlóan kevés csapadékban részesült.

4.1.6. A betakarítás körülményei (időpontok, érettségi állapot)

A vizsgálataink arra irányultak, hogy a három, ökológiai termesztési körülmények között tápanyagutánpótlásra alkalmazható talajjavító anyag (riolittufa, derítő, baromfitrágya) hogyan befolyásolja a paprika felfűjt bogyótermését védő kutikularéteg a vastagságát, amely a termés vízvesztés, tömegvesztés megakadályozására szolgál, ezáltal nagyban befolyásolja a paprika termésének pulton való tárolhatóságát.

A laboratóriumi vizsgálatokhoz 2023-ban szeptember 4-én történt meg a mintavétel (15. ábra). Az általunk vizsgált paprikafajtából három érési stádiumban gyűjtöttünk mintát: éretlen állapotban, fogyasztásra érett állapotban, gazdaságilag érett bogyót (kemény hús, feszes, fényes felület, fajtától függően sárgásfehér), illetve túlérrett, a biológiai érettség állapotban lévő bogyókat (ZSOM, 2007). A három érettségi állapot kiválasztását az indokolta, hogy a termést borító kutikularéteg vastagságának érés alatti fejlődéséről is képet szeretnénk volna kapni.



15. ábra: A paprika termésminták begyűjtése laboratóriumi vizsgálatokhoz

Forrás: Saját felvétel (2023. 09. 04.), Nyíregyházi Egyetem bemutatókertje

4.2. Laboratóriumi vizsgálatok

Annak érdekében, hogy képet kapjunk a paprika felfűjt bogyótermésének kutikularétegének vízháztartásban betöltött szerepéről, a különböző érettségi fokban lévő termések vízvesztésének tendenciájáról, illetve a kutikularéteg vastagságának érés során bekövetkező fejlődéséről, három párhuzamos vizsgálatot végeztünk el. Azért, hogy az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek kutikularéteg vastagságára gyakorolt hatásáról is képet tudjunk kapni, valamennyi kezelésből származó minta esetében megtörtént a következő vizsgálatok elvégzése:

4.2.1. A kutikula vízháztartásban betöltött szerepének vizsgálata

A paprika bogyótermését borító kutikularéteg vízháztartásban betöltött szerepének vizsgálatához ALBERT (2014) módosított módszertanát vettük alapul: leoldottuk a kutikuláris viaszréteget, azonban míg ALBERT a leoldását kloroformmal végezte, jelen vizsgálat során a kutikula leoldása hexánnal történt. A vizsgálat lépései a következők voltak:

A vizsgálathoz első lépésként a „Tizenegyes” paprikafajtából a különböző kezelésekből származó bogyók tömegének mérését, majd számozását végeztük el, a vizsgálati év (2023) kontroll, derítővel, baromfitrágyával és riolittufával kezelt parcelláiból a vizsgált három érési fázisban begyűjtött bogyók esetében. A mérést követően az egyes kezelésekből és különböző érési állapotból származó bogyók közül (6 – 6 db) a bogyók felét a kutikuláris viaszréteg eltávolításához, leoldásához elszívószelekrény alatt 99%-os hexán-ba mártottuk, a kezelés 60

másodpercig tartott (kezelt bogyók) (16. ábra), a bogyók másik feléről nem történt meg a kutikuláris viaszréteg eltávolítása (kezeletlen bogyók).



16. ábra: Kísérlet beállítás - A kutikula vízháztartásban betöltött szerepének vizsgálata

Forrás: Saját felvétel (2023.09.05.), Nyíregyházi Egyetem C Épület, 210-es laboratórium

Mind a hexánba mártott bogyók (kezelésként és érési fázisonként 3-3 db), mind pedig a hexán kezelés nélküli bogyók (kezelésként és érési fázisonként 3-3 db) terméskecsányát és a csészéjét Vazelinnel kentük be, annak érdekében, hogy a rajtuk keresztüli vízvesztést megakadályozzuk. A bogyók vízvesztése így kezelt bogyók esetében csak a kutikula nélküli termésfalon, a kezeletlen bogyók esetében a kutikulával még borított termésfalon keresztül valósulhatott meg, a naponta csökkenő tömeg ugyanis a kutikulán keresztül elpárologtatott víznek tulajdonítható, mivel a paprika termések felszínén nem találhatók sztomák (ALBERT, 2014). A kezelt és kezeletlen bogyók vízvesztésének dinamikájából következtetni tudunk a kutikula párologtatásban betöltött szerepére a vizsgált különböző termésérési fázisokban, illetve az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek kutikulavastagságára gyakorolt hatásaira.

A paprikákat laboratóriumi körülmények között tartottuk, a mérések ideje alatt a helység hőmérséklete 22 °C körüli volt, a relatív páratartalma pedig 65-70%.

A fentiek vizsgálata érdekében a bogyók súlyát napi rendszerességgel, a kísérlet beállításának napját követően 2023-ban 14 napon át KERN típusú digitális mérleg segítségével mértem (Kern & Sohn GmbH, Germany), a mért értékeket feljegyeztem, Excel táblázatban rögzítettem (1. melléklet). A dolgozatban minden kezelés esetén a kísérletbe vont bogyók kiindulási (0. napi) tömegéhez viszonyított százalékban kifejezett tömeg/vízvesztés értékkel dolgoztam.

4.2.2. A vízvesztés tendenciájának vizsgálata

A paprika pulton való tárolhatóságát a vastagabb kutikularéteg nagyban meg tudja támogatni, csökkenteni tudja a bogyó vízvesztését. A termesztési körülmények (öntözés, tápanyagpótlás) hat a kutikularéteg vastagságára, ezáltal hat a bogyók pulton való tarthatóságára, a bogyók esztétikai tulajdonságaira, előnyösen tudja befolyásolni a fogyaszthatóságát.

A bogyók tárolás alatti vízvesztésének nyomkövetésére a vizsgált paprikafajta esetében a különböző kezelésből (kontroll, derítő, baromfitrágya, riolittufa) és érési fázisokból (éretlen, fogyasztásra érett, túlrett) származó kezeletlen bogyók 14 napon át történő mérése teremtett lehetőséget.

4.2.3. Mikroanatómiai vizsgálatok

A fenti vizsgálatokkal párhuzamosan megtörtént a vizsgált paprikafajta termésfalának mikroszkópos vizsgálata. A vizsgálatokhoz használt bogyóminták begyűjtése 2023. szeptember 04-én történt. Valamennyi minta esetében (a minták, két-két ismétlésben, különböző tápanyagutánpótlásból és eltérő érettségi állapotból származó minták) a bogyók alsó-, felső- és középső harmadából származó szegmensekből készítettem metszetet, a metszést zsilettpengével végeztem. Ezen mértem a kutikula vastagságát, metszésenként 10 ismétlésben (2. *melléklet*). Mértem továbbá a kutikula alatti hipodermaréteg (epidermisz, lemezes- és sarkos kollenchima réteg) vastagságát, szintén 10-10 ismétlésben (3. *melléklet*).

Az elkészített metszeteket desztillált vízcseppbe helyezve fedőlemezzel lefedve fénymikroszkóppal (Olympus BX51 típus) 10x20-as, illetve 10x40-es nagyításban vizsgáltam és fényképeztem. A digitális felvételek készítéséhez VSI RZ302 3M CMOS kamerát használtam, majd VSI RZ302 mérőprogram segítségével mértem a termésfal kutikula-, és hiopdermarétegének vastagságát.

4.3. Statisztikai értékelés

Az alkalmazott alternatív tápanyagutánpótlók kutikularéteg vastagságára gyakorolt hatásának vizsgálatához Tukey HSD tesztet használtam, a szignifikáns eltéréseket kis betűkkel (a, b, és c) jelöltem (<https://www.statskingdom.com/180Anova1way.html>). A hipoderma vastagságának vízvesztésre gyakorolt hatásának elemzéséhez, illetve a vízvesztés dinamikájának vizsgálata során az egyes kezelések közötti különbségek elemzéséhez szintén ezt a statisztikai próbát használtam. Az adatelemzéseket 95%-os szignifikanciaszinten végeztem ($p < 0.05$). A program magába integrálja a Shapiro-Wilk tesztet is, így az adatok normalitásvizsgálata is megtörtént, a felhasznált adatok normál eloszlást mutattak. Az ismétlésszám valamennyi kezelés esetében 10-10 db volt.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek hatása a kutikulavastagságra

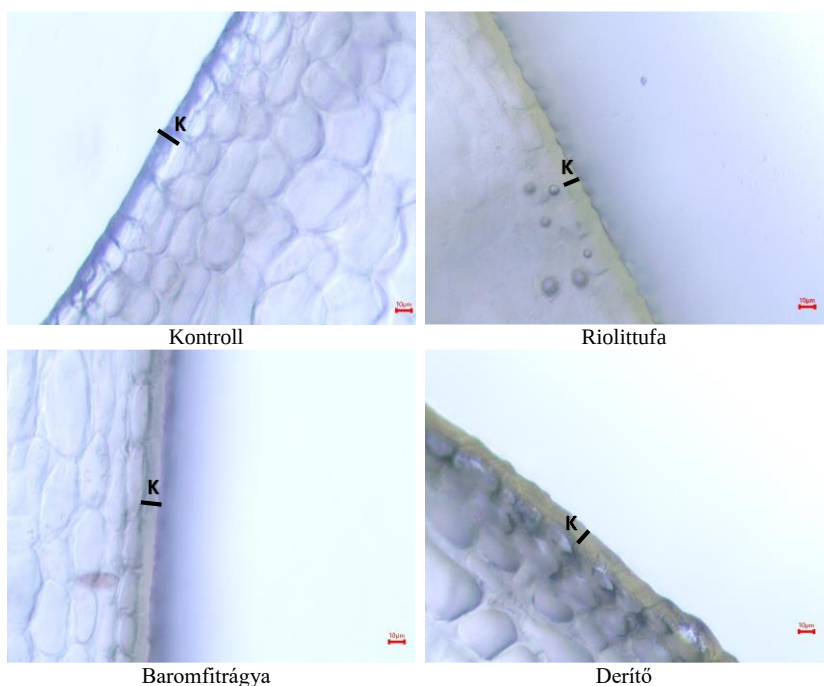
Az érett bogyók esetében megállapítható, hogy a kontroll, a derítővel és a baromfitrágyával történő kezelés között a termést borító kutikularéteg vastagságának az alakulásában szignifikáns különbséget nem volt megállapítható (6. táblázat).

6. táblázat: Az érettség különböző állapotában lévő bogyók kutikulavastagságának alakulása kezelésként

	Kontroll	Riolittufa	Baromfitrágya	Derítő
Éretlen bogyó kutikulavastagsága	11,51±1,09 ^b	10,13±0,86 ^a	11,34±1,89 ^{ab}	11,46±1,23 ^b
Érett bogyó kutikulavastagsága	12,32±1,01 ^b	10,61±1,27 ^a	12,52±1,08 ^b	12,85±1,59 ^b
Túlérett bogyó kutikulavastagsága	11,46±1,95 ^a	10,73±0,63 ^a	10,99±0,24 ^a	11,35±0,55 ^a

A betűk (a, b, c) a Tukey HSD teszt alapján a statisztikailag különböző csoportokat jelölik kezelésként ($p < 0,05$; $n = 10$)

Ugyanakkor a riolittufával történő kezelés a felfűjt bogyókat borító kutikularétegvastagság szignifikáns csökkenését eredményezte a kontroll parcellához, illetve baromfitrágyával és a derítővel kezelt parcellákhoz képest (17. ábra).



17. ábra: A „Tizenegyes” paprikafajta érett felfűjt bogyótermését borító kutikularéteg vastagságának alakulása a kezelések hatására

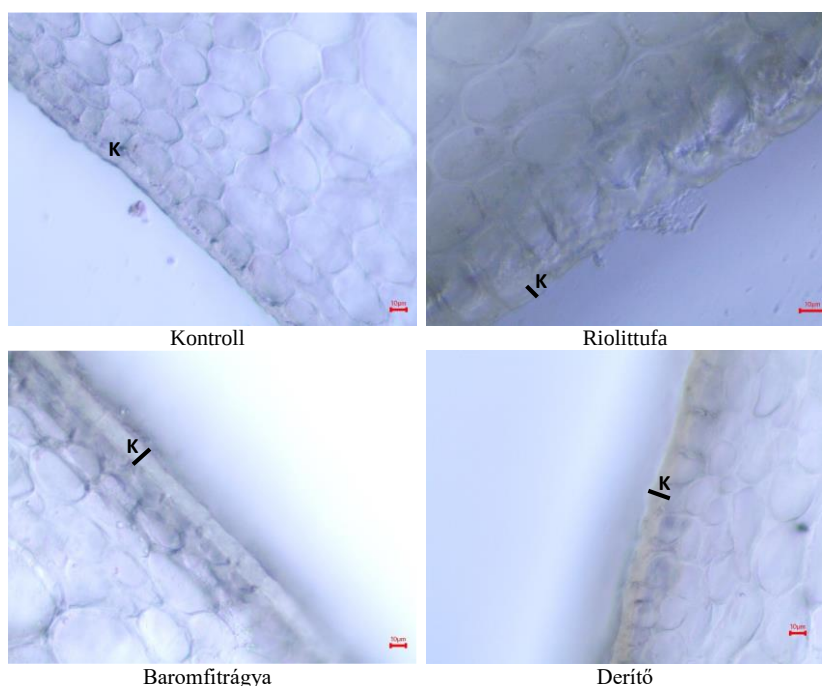
K: kutikula, nagyítás: 10x20, méretarány skála: 10 µm

Forrás: Saját felvétel, saját szerkesztés

Míg a riolittufával kezelt parcelláról betakarított bogyókat borító kutikularéteg vastagsága 10,61 µm volt, addig a kontroll esetében 12,32 µm, a baromfitrágyával történő kezelés esetén 12,52 µm és a derítővel történő kezelés esetén pedig 12,85 µm-es kutikula vastagságot eredményezett. Így megállapítható, hogy míg a kontrollhoz képest 16,12 %-kal, addig a baromfitrágyás kezeléshez képest 18 %-kal és a derítős kezeléshez képest 21,11 %-kal

alacsonyabb a riolittufával kezelt paprikanövények bogyóterméseit borító átlagos kutikula vastagsága (6. táblázat, 17. ábra).

Az éretlen paprika termések esetében megállapítható, hogy a kontrollhoz képest (amely a legvastagabb kutikularéteggel bírt) a baromfitrágyával történő kezelés és a derítővel történő talajjavítás esetén a termést borító kutikularéteg vastagságának az alakulásában szignifikáns különbséget nem lehetett megállapítani. A baromfitrágyával és a derítővel kezelt parcelláról betakarított felfűjt bogyóterméseket borító kutikula rétegvastagság értéke között sem található szignifikáns különbség, illetve a riolittufával és a baromfitrágyával történő kezeléseket esetében sem állapítható meg szignifikáns különbség. Ugyanakkor a riolittufával kezelt parcelláról származó minták esetében statisztikailag igazolható módon megállapítható, hogy ez a kezelés az éretlen bogyók esetében vékonyabb kutikularéteget eredményezett mind a kontrollhoz, mint a derítővel történő kezeléshez képest (18. ábra).



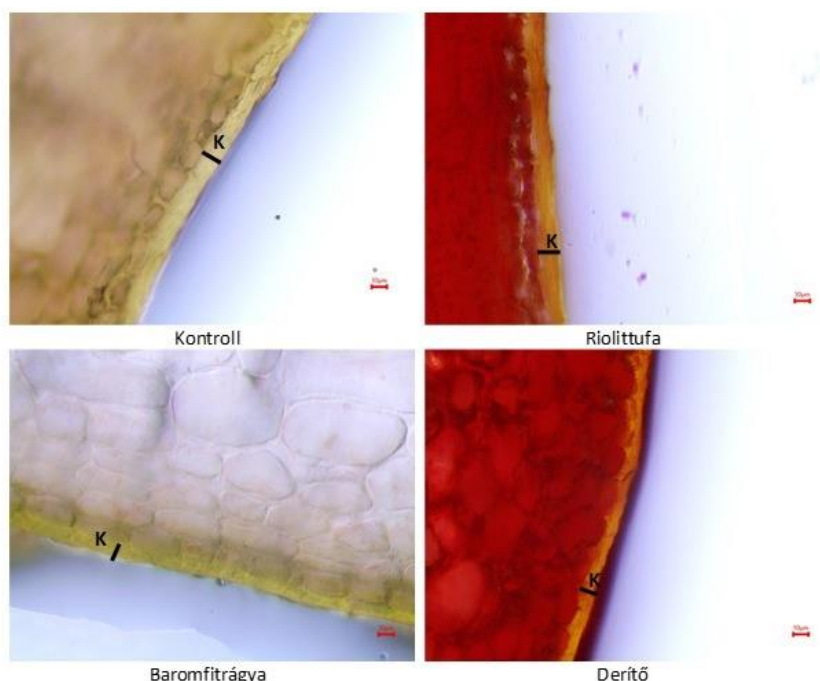
18. ábra: A „Tizenegyes” paprikafajta éretlen felfűjt bogyótermését borító kutikularéteg vastagságának alakulása a kezelések hatására

K: kutikula, nagyítás: 10x20, méretarány skála: 10 µm

Forrás: Saját felvétel, saját szerkesztés

Míg a riolittufával történő kezelés esetén a bogyók átlag kutikula rétegvastagsága 10,13 µm, addig a kontroll parcella esetében ez az érték 10,51 µm, a derítővel kezelt termések esetén 11,46 µm volt, megállapítható, hogy a kontroll bogyókhoz képest 13,62%-al, a derítővel kezelt bogyókhoz képest 13,13%-al kisebbek a riolittufával kezelt bogyók kutikulájának a rétegvastagsága (18. ábra).

Az túlrett termések esetében megállapítható, hogy a kezelések között a termést borító kutikularéteg vastagságának az alakulásában szignifikáns különbséget nem lehetett tapasztalni (19. ábra).



19. ábra: A „Tizenegyes” paprikafajta túlrett felfűjt bogyótermését borító kutikularéteg vastagságának alakulása a kezelések hatására

K: kutikula, nagyítás: 10x20, méretarány skála: 10 µm

Forrás: Saját felvétel, saját szerkesztés

5.2. Az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek hatása a hipodermaréteg vastagságra

A kutikula mellett a hipodermaréteg vastagságában, a hipodermát felépítő lemezes kollenchima sejtrétegeinek számában eltéréseket találtunk az egyes kezelések között. Feltételezhetjük, hogy az egyes alkalmazott kezelések ezen szöveti struktúrára gyakorolt hatása nagyban befolyásolja a bogyótermés vízvesztését, a kollencimatikus sejtek másodlagos sejtfalvastagodáson átesett nagyobb lignin-, kutin tartalmú sejtfalai mérsékelhetik azt, pozitív hatásuk a kutikula vízvesztés mérséklésére gyakorolt hatásait is felülírhatják.

A 7. táblázatban három érettségi stádiumban lévő bogyók hipoderma vastagságát figyelhetjük meg a különböző kezelések hatására.

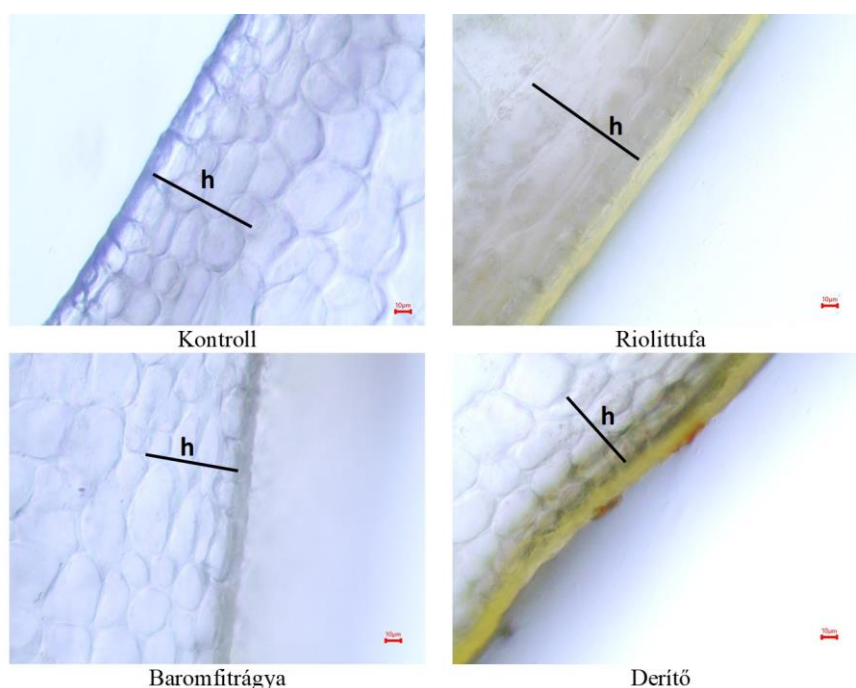
Az érett bogyók hipoderma vastagságának az alakulását vizsgálva megállapítható, hogy a kontroll mintákhoz képest a riolittufával, baromfitrágyával és a derítővel kezelt felfűjt bogyók között a kapott értékek alapján szignifikáns különbség határozható meg. Elmondható, hogy a kontrollhoz képest, a riolittufával történő kezelés hatására statisztikailag igazolhatóan nőtt a hipodermális kollenchimaréteg vastagsága, míg a baromfitrágyával és a derítővel történő kezelés ezen réteg kiterjedésének a csökkenését eredményezte.

7. táblázat: Az érettség különböző állapotában lévő bogyók hipodermaréteg vastagságának alakulása kezelésenként

	Kontroll	Riolittufa	Baromfitrágya	Derítő
Éretlen bogyó hipoderma vastagsága	70,88±6,18 ^a	86,19±2,09 ^c	78,09±3,89 ^b	82,74±6,72 ^{bc}
Érett bogyó hipoderma vastagsága	62,99±5,04 ^b	77,84±1,73 ^c	54,05±6,48 ^a	49,87±3,83 ^a
Túlérett bogyó hipoderma vastagsága	53,76±5,55 ^b	42,52±4,55 ^a	43,99±5,33 ^a	39,69±3,59 ^a

A betűk (a, b, c) a Tukey HSD teszt alapján a statisztikailag különböző csoportokat jelölik kezelésenként
n=10

Amíg a kontroll bogyók átlagosan 62,99 µm hipoderma vastagságot mutattak (4 sejtrétegű hipoderma), addig a riolittufával történő kezelés a legnagyobb értéket produkálva 77,84 µm-t (3 sejtrétegű hipoderma), így megállapítható hogy a kontrollhoz képest 23,58%-os volt a növekedés mértéke (20. ábra).



20. ábra: A „Tizenegyes” paprikafajta érett felfűjt bogyótermésének exokarpimát jellemző hipodermaréteg vastagságának alakulása a kezelések hatására

h: hipoderma, nagyítás: 10x20, méretarány skála: 10 µm

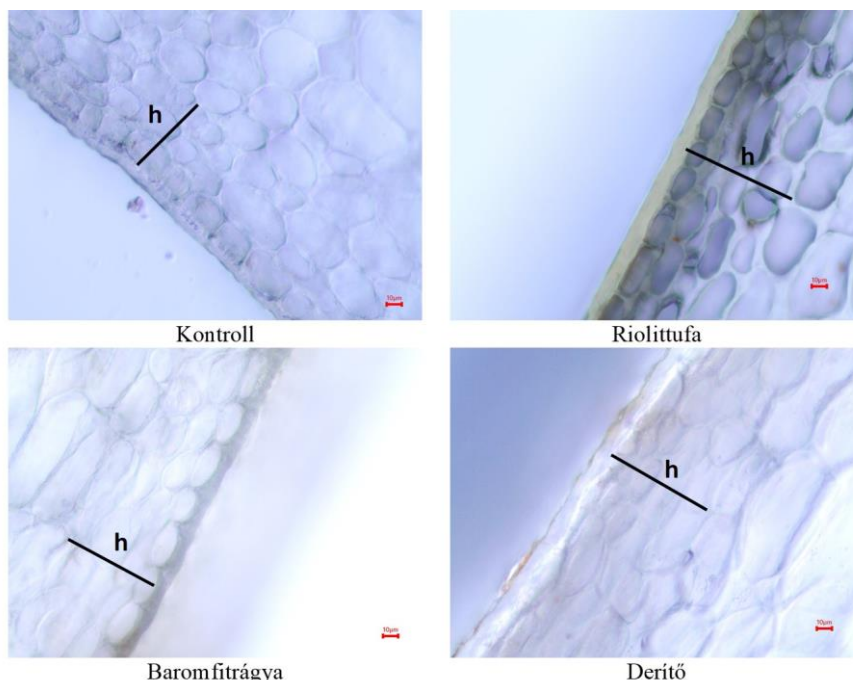
Forrás: Saját felvétel, saját szerkesztés

A baromfitrágyával kezelt parcellákról betakarított termések hipodermájának az átlagvastagsága 54,05 µm volt (4 sejtréteg), a kontroll termésekhez képest 16,54%-kal vékonyabb hipodermaréteg kialakulását tette lehetővé ez a kezelés. A derítővel kezelt paprika termésének a hipoderma átlagvastagsága volt a legalacsonyabb értékkel bíró, 49,87 µm (3 sejtsornyi vastagságú). A kontrollhoz képest ennél a kezelésnél lehetett tapasztalni a legnagyobb különbséget ezen réteg vastagságának alakulásában, ugyanis a kontrollhoz képest a hipodermaréteg vastagsága 26,31%-kal volt kevesebb.

A riolittufás kezeléshez képest a baromfitrágyával és a derítővel történő kezelések esetében a hipoderma vastagság szignifikánsan kisebb volt. Míg a riolittufával kezelt parcellákból

szedett termések esetében a hipoderma vastagsága 77,84 μm volt, addig a derítővel kezelt bogyóké csupán 49,87 μm , a derítővel történő kezelés a riolittufás kezeléshez képest 56,08 %-kal vékonyabb hipodermaréteget eredményezett. A baromfitrágyás parcellából származó termések hipodermarétegeinek átlagvastagsága alacsony (kismértékben ugyan, de meghaladja a derítővel kezelt parcellából származó termések hipodermavastagságát), esetében a riolittufás kezelésből származó mintákhoz képest 44,01%-kal vékonyabb rétegvastagságot lehetett mérni. A baromfitrágyával és a derítővel történő kezelések esetében a termések átlag hipoderma vastagságának alakulásában nem állapítható meg szignifikáns különbség.

Az éretlen bogyók esetében megállapítható, hogy a kontroll mintákhoz képest a riolittufával, derítővel, baromfitrágyával kezelt parcellákból származó minták átlag hipoderma vastagsága szignifikánsan nagyobb (7. táblázat, 21. ábra).



21. ábra: A „Tizenegyes” paprikafajta éretlen felfűjt bogyótermésének exokarpimát jellemző hipodermaréteg vastagságának alakulása a kezelések hatására

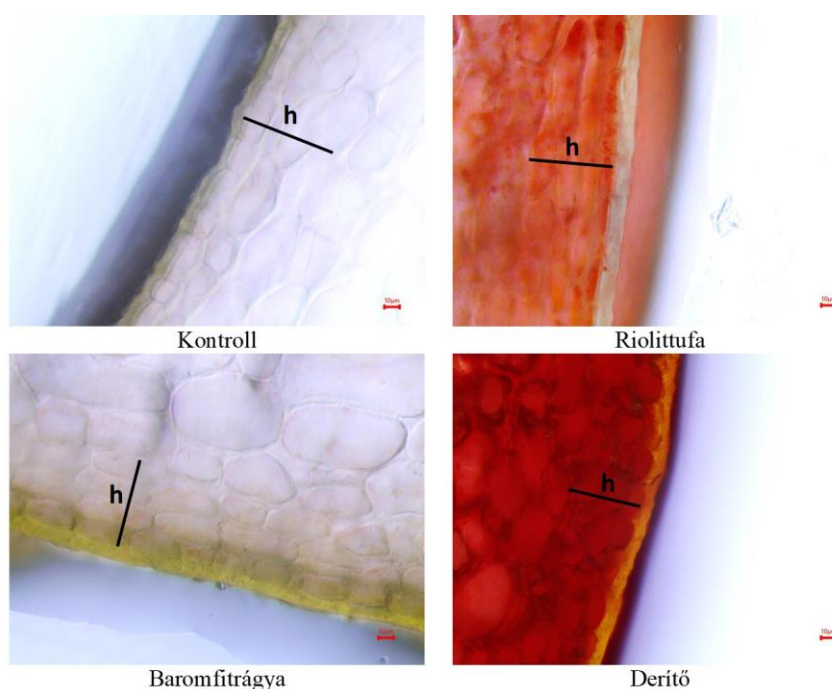
h: hipoderma, nagyítás: 10x20, méretarány skála: 10 μm

Forrás: Saját felvétel, saját szerkesztés

Míg a kontroll minták estében a hipoderma átlagvastagsága 70,88 μm (4 sejtsornyi), addig a baromfitrágyával kezelt parcellák bogyói magasabb értéket, 78,09 μm -t eredményeztek (5 sejtsor vastagságban), a növekedés mértéke 10,17%-os volt. Azon parcellán, melyen derítővel kezeltük a talajt, azonos tendencia állapítható meg (a hipodermaréteg 6 sejtsorból állt). A felfűjt bogyók átlagosan 82,74 μm hipodermavastagsággal rendelkeztek, a növekedés mértéke 16,73%-os volt. A riolittufával kezelt parcellákról betakarított bogyók rendelkeztek a legnagyobb hipoderma vastagsággal (6 sejtsorból álló hipodermaréteg), esetükben ez az érték

86,19 μm volt, ami a kontroll mintákhoz képest 21,60 %-kal vastagabb hipodermaréteget jelentett. A baromfitrágyával és a riolittufával kezelt területekről vett minták alapján megállapítható, hogy ezen két kezelés között szignifikáns különbség van a hipoderma alakulásában. A baromfitrágyához képest a riolittufás kezelés 10,37%-os növekedést eredményezett a hipoderma vastagságának alakulásában. A derítővel kezelt parcellákról betakarított termések esetében sem a riolittufás, sem a baromfitrágyás kezelésekhez képest szignifikáns különbségeket nem lehet megállapítani.

Túlérett bogyók esetében megállapíthatjuk, hogy a kontroll parcelláról vett mintákhoz képest a derítővel, baromfitrágyával, és riolittufával kezelt parcellákról vett minták esetében szignifikáns kisebb a hipoderma rétegvastagsága (7. táblázat, 22. ábra).



22. ábra: A „Tizenegyes” paprikafajta éretlen felfújt bogyótermésének exokarpimát jellemző hipodermaréteg vastagságának alakulása a kezelések hatására

h: hipoderma, nagyítás: 10x20, méretarány skála: 10 μm

Forrás: Saját felvétel, saját szerkesztés

Míg a kontroll termések átlagos hipodermavastagsága 53,80 μm volt (esetükben mértük a legvastagabb hipodermavastagságot, a hipodermaréteg 3 sejtsort tartalmazott), addig a riolittufával kezelt termések esetében ez az érték 42,52 μm (3 sejtsornyi hipoderma), a baromfitrágya esetében 44,00 μm (4 sejtsor), míg a derítő esetében 39,69 μm (3 sejtsoros hipodermavastagság) volt. Így megállapítható, hogy a kontroll parcellákhoz képest a riolittufás kezelés esetében 26,53%-kal, a baromfitrágyás kezelés esetében 22,27%-kal, illetve a derítővel kezelt parcellákról betakarított minták esetében 35,55%-kal csökkent a hipoderma átlagértéke.

A derítővel, baromfitrágyával és a riolittufával kezelt parcellákról vett minták között a hipoderma alakulásának tekintetében szignifikáns különbségeket nem lehetett találni.

5.3. Az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek hatása a felfűjt bogyók súlyvesztésére

A 23., 24., 25. ábrák a különböző talajjavító anyagokkal kezelt parcellákról származó felfűjt bogyók vízvesztését szemléltetik a kiindulási tömeghez képest, százalékos értékben meghatározva.

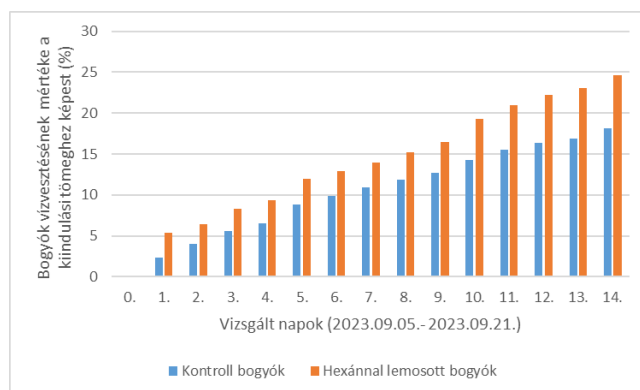
A 23. ábrán megfigyelhető, hogy az érett bogyók vízvesztésének dinamikája folyamatos növekedést mutat valamennyi tápanyagutánpótló kezelés esetében, mind a „kezeletlen” mind a „hexánnal kezelt” bogyók esetében. A „kezeletlen” bogyók közül a legmagasabb vízvesztés értékeket mind a 7., mind a 14. napon a kontroll bogyók mutatták, míg a riolittufával kezelt parcellákról származó bogyók esetében volt a legkisebb mértékű a vízvesztés. A baromfitrágyával kezelt parcelláról származó bogyók vízvesztés tekintetében a 2., a derítővel kezelt parcellákról származók a 3. legkisebb vízvesztésértékeket produkálták.

A kontroll, a riolittufával- és a derítővel kezelt parcellákról betakarított termések esetében egyértelműen megmutatkozott a kutikula lemosásának hatása, a hexánnal kezelt bogyók vízvesztése intenzívebb volt. A kezeletlen bogyók ehhez képest alacsonyabb vízvesztés-intenzitást mutattak, amely azt bizonyítja, hogy a kutikula csökkent a vízvesztést. A kontroll parcellákról betakarított minták esetében a hexánnal kezelt bogyók vízvesztése a vizsgálati időszak 7. napján 27,65%-kal, 14. napján 35,34%-kal volt nagyobb a kezeletlen bogyók ugyanezen napi vízvesztésértékeihez képest. A riolittufás kezelés esetén a hexánnal kezelt termések vízvesztése a 7. napon 60,58 %-kal, a 14. napon pedig 55,43 %-kal volt magasabb, mint a kezeletlen riolittufás felfűjt bogyóké. A derítővel kezelt talajokról vett, hexánnal kezelt minták 7. napi vízvesztése 8,76 %-kal, 14. napi vízvesztése 22,21 %-kal volt nagyobb a kezeletlen mintákhoz képest. Ez bizonyítja, hogy a kémiai oldószerrel kezelt bogyók esetében a kutikula leoldásával fokozódott a vízvesztés mértéke, ami megerősíti azt a tényt, hogy a kutikulának meghatározó szerepe van a bogyótermés vízvesztésének szabályozásában.

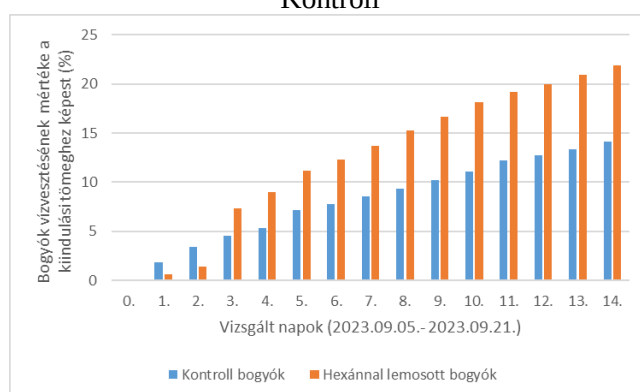
A vizsgálatok a riolittufával kezelt parcellákról származó bogyók esetében igazolták legjobban a kutikula vízvesztésben betöltött szerepét, hiszen a kutikula nélküli bogyók vízvesztése mint a 7., mind a 14. napon jelentősen meghaladta (60,58%, illetve 55,43%-kal) a kutikulával rendelkező bogyók vízvesztését.

A kontroll minta esetében a kutikula vízvesztésben betöltött szerepe elmaradt a riolittufás kezelés során tapasztaltaktól, a derítő esetében pedig – mivel a különbség a „kezeletlen” és a

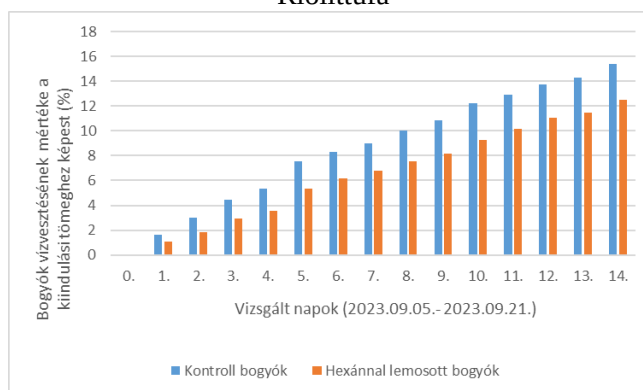
„hexános” bogyók között igen kismértékű volt – megállapítható, hogy a kutikula vastagsága, vagy kémiai összetétele okán nem elég hatékony a bogyók vízvesztésének csökkentésében.



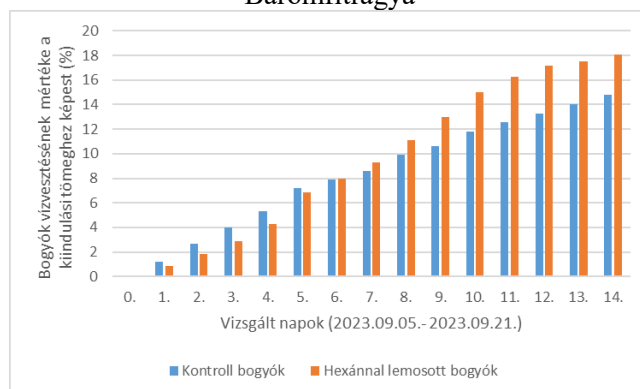
Kontroll



Riolittufa



Baromfitrágya



Derítő

23. ábra: Az érett bogyók vízvesztésének dinamikája a napok függvényében

Forrás: Saját adatok, saját szerkesztés

A fenti megállapításokat a baromfitrágyával kezelt parcellákról származó érett bogyók esetében nem tudtuk igazolni.

A 24. ábrán látható, hogy a túlrett bogyók vízvesztésének dinamikája szintén folyamatos növekedést mutat, mind a „kezeletlen” mind a „hexánnal kezelt” bogyók esetében. A kontroll parcelláról vett minták alapján megállapítható, hogy míg a hetedik napon 4,51 %-os a különbség, addig a nyolcadik, kilencedik és tizedik napon a vízvesztés intenzitása között az eltérés átlag értéke csak 0,89%-volt. A 11. naptól folyamatosan növekedett a hexánnal kezelt termések vízvesztése, a 14. napon 45,50 %-os különbséget volt tapasztalható a hexánnal kezelt és kezeletlen bogyók között. A kezeletlen parcellákról származó bogyók esetében a kutikula párologtatásában, vízvesztésben betöltött szerepe ugyan bizonyítható, azonban a hatékonysága csak kismértékű.

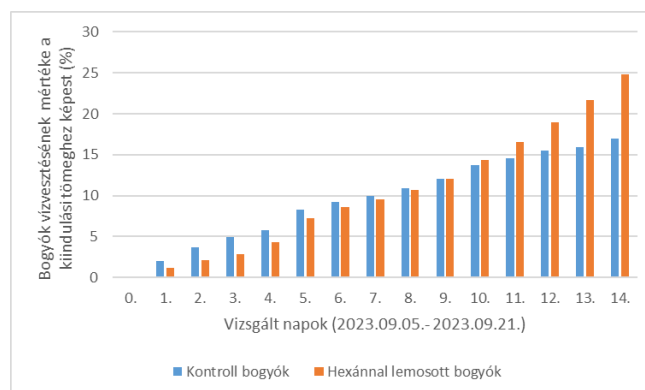
A riolittufával kezelt parcellákról betakarított bogyók vízvesztése esetén megállapíthatjuk, hogy a hexánnal kezelt bogyók vízvesztésértékei jelentősen meghaladják a „kezeletlen” bogyók esetében tapasztalt értékeket. A 7. és a 14. napot megvizsgálva elmondhatjuk, hogy a 7. napon 22,31 %-kal, a 14. napon pedig már 127 %-kal volt nagyobb a hexánnal kezelt bogyók vízvesztése. A fenti értékek az érett bogyók esetében tapasztaltakat erősítik meg a túlrett bogyók esetében is, azaz a riolittufával kezelt parcellákról származó bogyóknál erősen érvényesül a kutikula vízvesztésben betöltött korlátozó szerepe, a riolittufa, mint alkalmazott tápanyagutánpótlás a kutikulára gyakorolt pozitívan hatásán át pozitívan hat a termés víztartalmára, minimalizálja annak vízvesztését (valószínűleg a kutikula kémiai felépítésére gyakorol hatását).

A baromfitrágyával kezelt termésekből vett minták alapján azt mondható el, hogy az 5. naptól a 11. napig a hexánnal kezelt termések vízvesztésének a dinamikája intenzívebb volt, átlagosan 16,38 %-kal mutatott nagyobb értékeket. A tizenkettedik naptól kezdődően az utolsó mérésig igen intenzív vízvesztést produkáltak a kezeletlen bogyók is. A derítővel kezelt parcelláról származó bogyók esetében a fentiektől eltérő tendenciát tapasztaltunk.

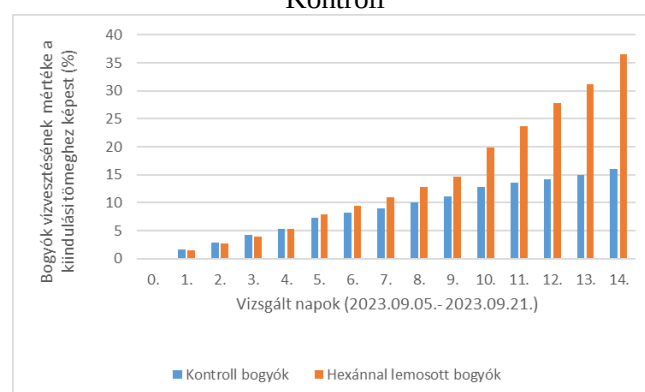
A 25. ábra az éretlen bogyók vízvesztését szemlélteti. Az éretlen bogyók esetében a vízvesztés dinamikája szintén folyamatos, de sokkal nagyobb volumenű növekedést mutatott mind a „kezeletlen” mind a „hexánnal kezelt” bogyók esetében az érett és a túlrett bogyókhöz képest. Mindez nyilvánvalóan az éretlen termések fejletlenebb kutikula- és a termésfal vékonyabb hipodermarétegével magyarázható.

A kontroll parcelláról betakarított éretlen termések esetében megállapítható, hogy a 11. napig a kezeletlen minták vízvesztése volt nagyobb mértékű. Azonban a 11. nap utáni időszakban a hexánnal kezelt bogyók vízvesztése vált intenzívebbé. A 7. napi adatok alapján a

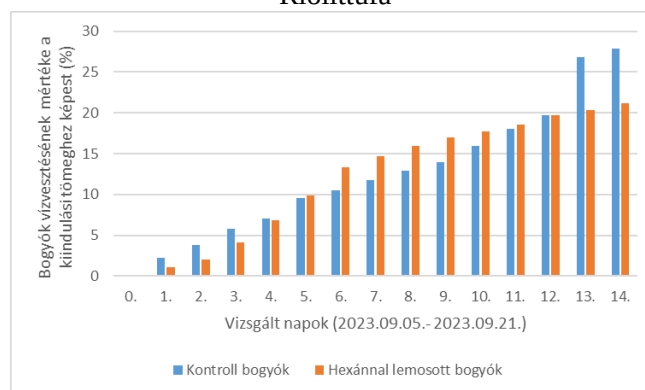
kezeletlen bogyók vízvesztése 15,52 %-kal volt magasabb, míg a 14. napi adatok alapján a hexánnal kezelt minták már csak 12,49 %-kal magasabb értékkel bírtak.



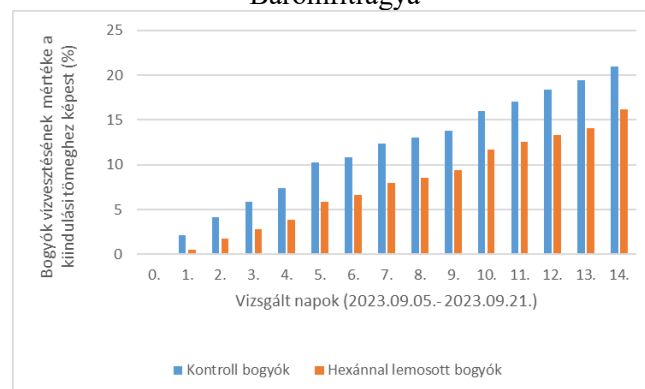
Kontroll



Rioltuffa



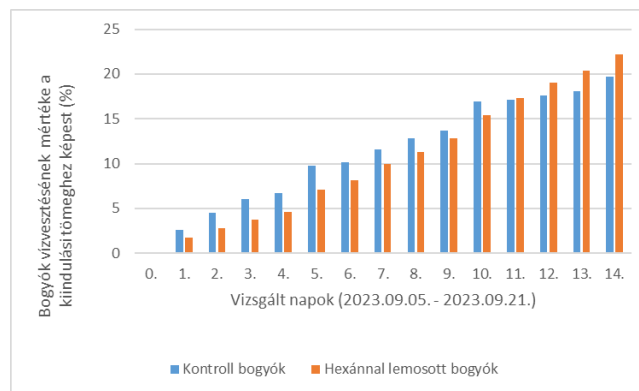
Baromfitrágya



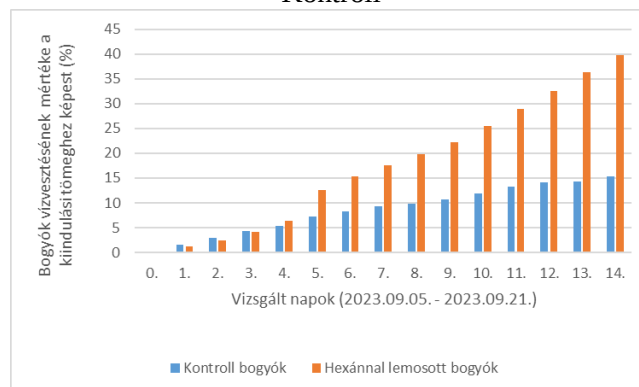
Derítő

24. ábra: Az túlrejt bogyók vízvesztésének dinamikája a napok függvényében

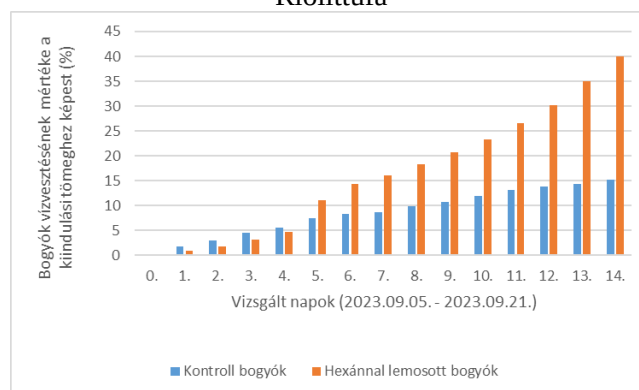
Forrás: Saját adatok, saját szerkesztés



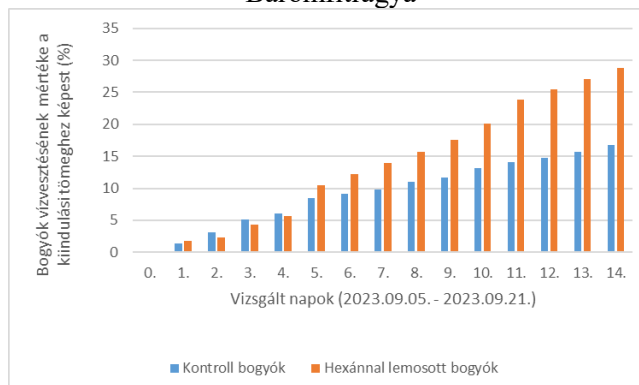
Kontroll



Riolittufa



Baromfitrágya



Derítő

25. ábra: Az éretlen bogyók vízvesztésének dinamikája a napok függvényében

Forrás: Saját adatok, saját szerkesztés

A három fajta trágyaszerrel kezelt paprika termései alapján megfigyelhető, hogy a hexánnal kezelt bogyók esetében az 5. naptól kezdve egy igen nagy intenzitású és

folyamatos vízvesztés figyelhető meg a 14. napig. A riolittufás kezelés esetén a hexánnal kezelt bogyók 7. napi vízvesztése alapján 90,37 %-kal, a 14. napi vízvesztés eredményeit figyelembe véve 158,25 %-kal voltak magasabbak az értékek, a kezeletlen bogyókhoz képest. Ezek az igen nagy volumenű vízvesztést jelentő értékek a hexánnal kezelt bogyók esetében, a kezelt bogyók visszafogott vízvesztése jól jelzik a kutikula vízvesztés mérséklésében betöltött jelentős szerepét. Ugyanakkor a riolittufás kezelés vízvesztésre gyakorolt jótékony hatását is jól mutatják az eredmények, megint megerősítést nyer, hogy a riolittufa, mint tápanyagutánpótló szer alkalmazása ökológiai termesztési körülmények között jelentősen hozzájárulhat a termés pulton való tarthatóságának növeléséhez.

A derítővel kezelt területről vett minták alapján, megállapítható, hogy a hexánnal kezelt 7. napi vízvesztése alapján 41,73 %-kal, a 14. napi vízvesztés eredményeit kiértékelve 71,95 %-kal voltak magasabbak. A baromfitrágyával kezelt területről betakarított minták esetében elmondható, hogy a hexánnal kezelt termések 7. napi vízvesztés adatainak alapján 85,47 %-kal, addig a 14. napi vízvesztés adatai alapján 163,68 %-kal volt magasabb a vízvesztés intenzitása. Az utóbbi értékek arra engednek következtetni, hogy a baromfitrágyával kivitelezett tápanyagutánpótlás nagyban segíti éretlen termések esetén a vízvesztés mértékének csökkentését, támogatja a vastagabb kutikularéteg kialakulását, azonban ezen kedvező hatása sem az érett, sem a túlrett termések esetén már nem volt kimutatható.

5.4. Az alkalmazott tápanyagutánpótló szerek vízvesztés dinamikájára gyakorolt hatása

A 8. táblázatban a paprika eltérő érési stádiumban lévő felfűjt bogyóterméseinek vízvesztését láthatjuk az idő függvényében, kiemelten vizsgálva a 7. és a 14. napon mért vízvesztésértékeket. A vízvesztésre vonatkozó értékeket a naponkénti súlyvesztés értékekből számoltuk ki, a 0. napi tömeghez viszonyítva, ahhoz képest százalékban megadva.

A statisztikai elemzések alapján a következő megállapításokat tehetjük: az érett bogyók 7. napi vízvesztése esetében megállapítható, hogy a kontroll parcelláról származó bogyók vízvesztése a riolittufával, a baromfitrágyával és a derítővel kezelt parcellákból betakarított termésekhez képest szignifikánsan nagyobb. Míg a kontroll parcella esetében a legmagasabb, 13,25 %-os volt a vízvesztést mértéke, addig a riolittufával történő kezelés esetében ez az érték csupán 8,15%-os, ez azt jelenti, hogy a kontrollhoz képest 62,58%-kal alacsonyabb volt a bogyók vízvesztése, a meglévő különbség statisztikailag igazolható. A derítővel kezelt termések esetében is hasonló tendenciát figyelhetünk meg, hiszen a vízvesztés értéke minimálisan növekedett de (9,1%-os), ami 45,60%-kal alacsonyabb értéket jelent a kontroll parcellákról származó bogyók vízvesztéséhez képest. A baromfitrágyával kezelt bogyók

esetében alacsonyabb vízvesztés-értéket figyelhetünk meg, a vízvesztés értéke 9,99%, amely 32,63%-kal kisebb mértékű vízvesztést jelent a kontrollhoz képest. A kapott eredmények által megállapítható, hogy a riolittufával történő kezelés volt a legpozitívabb hatással a vízvesztés csökkentésére. A riolittufával, baromfitrágyával, illetve derítővel kezelt parcellákról betakarított paprika bogyók vízvesztésének értékei között ugyanakkor szignifikáns különbséget nem lehetett kimutatni.

8. táblázat: Az érettség különböző állapotában lévő bogyók vízvesztésének alakulása kezelésként

	Kontroll	Riolittufa	Baromfitrágya	Derítő
Éretlen bogyók 7. napi vízvesztése	13,3±2,69 ^a	8,99±2,66 ^a	9,56±4,07 ^a	10,67±1,397 ^a
Éretlen bogyók 14. napi vízvesztése	22,59±4,99 ^a	14,87±5,61 ^a	16,60±5,81 ^a	18,51±3,12 ^a
Érett bogyók 7. napi vízvesztése	13,25±1,23 ^b	8,15±0,86 ^a	9,99±0,64 ^a	9,1±0,68 ^a
Érett bogyók 14. napi vízvesztése	21,46±1,35 ^c	13,81±0,59 ^a	17,23±1,54 ^b	15,27±0,14 ^{ab}
Túlérett bogyók 7. napi vízvesztése	10,09±0,52 ^a	8,77±0,99 ^a	13,80±5,30 ^a	11,79±1,15 ^a
Túlérett bogyók 14. napi vízvesztése	19,15±1,03 ^a	15,47±2,14 ^a	16,09±4,73 ^a	23,59±3,74 ^a

A betűk (a, b, c) a Tukey HSD teszt alapján a statisztikailag különböző csoportokat jelölik kezelésként
n=10

Az érett bogyók 14. napi vízvesztés értékeit elemezve megállapítható, hogy a kontroll parcellákról származó bogyók vízvesztése szignifikánsan a legnagyobb volt a többi kezelésből származó bogyó vízvesztéséhez képest. Míg a kontroll parcelláról betakarított bogyók esetében a vízvesztés értéke a kiindulási tömeghez képest 21,46 %-os volt, addig a riolittufával kezelt parcelláról betakarított felfűjt bogyók vízvesztésének az értéke bizonyult a legalacsonyabbnak (statisztikailag igazolható módon - 13,81%), ami kontrollhoz képest 55,39%-kal alacsonyabb vízvesztés mértéket jelentett. A derítővel kezelt parcelláról betakarított minták esetében a kontrollhoz képest szintén szignifikánsan kisebb mértékű vízvesztéssel találkoztunk (17,23%), ez 40,54%-kal alacsonyabb vízvesztés mértéket jelentett a kontroll mintákhoz képest. A baromfitrágyával kezelt parcelláról származó bogyók vízvesztése a kontroll parcellákról származó mintákhoz képest szintén szignifikánsan alacsonyabb volt, ugyanakkor a derítővel kezelt parcellákról származó termések vízvesztéséhez képest pedig szignifikánsan nagyobb.

A fentiek értelmében megállapítható, hogy az alkalmazott tápanyagutánpótló kezelések közül a riolittufa, mint alternatív tápanyagutánpótló a paprika termésfalának vízvesztését képes minimalizálni (rövidebb és hosszabb időtávon belül egyaránt), pozitívan hat annak víztartalmának megőrzésére, segíthet a pulton tarthatóság idejének hosszabbításában.

Mind az éretlen, mind a túlérett bogyók esetében megállapítható, hogy sem a 7., sem pedig a 14. napi vízvesztésértékek között a különböző talajjavító anyagok hatásának tekintetében szignifikáns különbség nem kimutatható.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Vizsgálataim eredményeképpen a következő következtetéseket tudtam megállapítani:

A bogyótermések vízvesztésére vonatkozó vizsgálatok arra engedtek következtetni, hogy a riolittufás kezelésből származó minták esetében a vízvesztés dinamikája kisebb a más kezelésből származó mintákhoz képest, a vízvesztés mértéke is a legkisebb, vagyis a termés vízvesztésének mérséklése szempontjából a riolittufával történő kezelésnek van a leginkább meghatározó hatása. Ez a riolittufás kezelés esetében összefügghet a hipodermaréteg vastagságának növekedésével (valamennyi kezelés közül a riolittufás kezelés esetén mértem a legvastagabb hipodermaréteget), mivel ez a kezelés hatott leginkább kedvezően a termés vízvesztésének csökkentésére annak ellenére, hogy a riolittufás kezelések esetében volt mérhető a legvékonyabb kutikularéteg vastagság. A hipoderma vastagságának alakulása a termés érettségi állapotával is összefügg (DÍAZ-PÉREZ et al., 2007). Ezen eredmények arra utalnak, hogy a hipodermaréteg kiterjedésének, vastagságának meghatározóbb lehet a szerepe a termés vízvesztésének szabályozásában, mint a kutikularéteg vastagságának. Hasonló összefüggésekre mutat rá PARSONS et al. (2012), ALBERT (2014), LARA et al. (2019) és SMITH et al. (2006), akik megemlítik, hogy a növények vízmegtartó képessége nem csak a kutikula vastagságával van összefüggésben, hanem az alatta elhelyezkedő szövetek vízvesztést gátló-, illetve vízmegtartó képességével.

Vízvesztés szempontjából a második legjobb eredményt a derítővel kezelt parcellákból származó minták hozták, amelyek esetében ugyan a legvékonyabb hipodermaréteg vastagságot mértük, azonban az ebből a kezelésből származó minták rendelkeztek a legnagyobb kutikularéteg vastagsággal valamennyi vizsgált érési stádium esetében. Ennél a kezelésnél a kutikularéteg vastagabb volta segítette mérsékelni a termés vízvesztését. A fentiekhez hasonló megállapításokra jutott DÍAZ-PÉREZ et al. (2007), PARSONS et al. (2012), LARA et al. (2019), valamint ZSOM (2007) is. A vizsgálatok során további kérdésként merült fel, hogy mi állhat a kifejezetten vastag kutikularéteg kialakulása mögött. Arra a megállapításra jutottunk, hogy a derítő komponenseként megjelenő bioszén, mint felületaktív anyag erősen köti a vizet. Ez a tény jó vízellátottság mellett nehezítheti a növények vízfelvételét. Ez a körülmény esetlegesen hozzájárulhat a vastagabb kutikularéteg kialakulásához.

Minden szempontból összességében a leggyengébben a baromfitrágyával kezelt parcellákról származó termések teljesítettek. Ezek a termések voltak a legnagyobb vízvesztéssel jellemezhetők, esetükben volt a legvékonyabb a hipoderma réteg vastagsága. Ugyanakkor az azért tény, hogy az érett stádiumban lévő bogyók esetében relatíve vastag kutikulával bírtak.

Ennek ellenére a vízvesztés szempontjából, a kutikulavastagság alakulása során hasonlóan jól teljesítő derítő kezeléshez képest jelentősen alulmaradtak. Ez az eltérés esetlegesen a baromfitrágya magasabb N-tartalmával magyarázható, mivel a magasabb N-tartalom lazább szöveti struktúra kialakulását idézi elő a termésékben, mely negatívan hathat annak eltarthatóságára, vízvesztésére (BOZOKALFA - EŞIYOK, 2011).

A vizsgálatok során a kontroll parcellából származó termések esetében volt legnagyobb mértékű a vízvesztés volumene, kijelenthető, hogy a kontrollhoz képest valamennyi kezelés – kisebb, nagyobb mértékben – segítette a bogyók vízvesztésének mérséklését.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Alternatív talajjavító anyagok paprika (*Capsicum annuum* L.) felfűjt bogyóterméseinek kutikula-, és hipodermaréteg vastagságára gyakorolt hatásait vizsgáltam annak érdekében, hogy képet kapjak azok kutikula- és hipodermavastagságra gyakorolt lehetséges szerepéről. További célom volt a kutikulának a termések vízvesztésében betöltött szerepének vizsgálata is.

A mérések, vizsgálatok elvégzéséhez szükséges kísérletek 2023-ban kerültek beállítására, „Tizenegyes” paprikafajtával, két ismétlésben, ismétlésenként 4-4 kezelést alkalmazva: a kontroll parcellák mellett kialakítottunk riolittufával, baromfitrágyával és derítővel, mint alternatív talajjavító, tápanyagutánpótló szerekekkel kezelt parcellákat. A palánták nevelését 2023 tavaszán indítottuk (Nyíregyházi Egyetem Fóliaház), kiültetésükre májusban került sor (Nyíregyházi Egyetem Bemutatókert). A nyár folyamán folyamatosan végeztük a növényápolási, gyomszabályozási munkákat. A vizsgálatokhoz a bogyók betakarítására szeptemberben került sor. A laboratóriumi vizsgálatok során egyrészt megtörtént a bogyók kutikularétegének hexános leoldása, melynek célja a kutikularéteg vízvesztés mérséklésében betöltött szerepének vizsgálata volt, a vizsgálat időtartama 14 napig tartott. A kapott értékekből meghatároztam a termések vízvesztésének dinamikáját. A betakarított bogyókból készített metszeteken mikroszkópikus méréseket végeztem, mértem a kutikula- és a hipodermaréteg vastagságát. A vizsgálatok eredményei alapján a célkitűzésekben megfogalmazott kérdésekkel kapcsolatban a következő megállapításokra jutottam:

- Megállapítottam, hogy míg az érett bogyók esetében a granulált baromfitrágya és a derítő pozitív hatást fejt ki a termések kutikulájának a vastagságára, addig a riolittufa esetében annak kutikularéteg vastagságára gyakorolt kedvező hatását nem sikerült igazolni.
- Megállapítottam, hogy az érett és az éretlen bogyók esetében a riolittufás kezelés segíti legnagyobb mértékben a paprika felfűjt bogyótermésének külső termésfalát felépítő hipodermaréteg vastagságának a növekedését.
- Megállapítottam, hogy az érett termések esetén a riolittufa talajjavító anyag kedvezően befolyásolja, vagyis a legnagyobb mértékben csökkenti a bogyók vízvesztésének mértékét, ezáltal növelve a bogyók tárolhatóságát.
- A fentiek alapján összességükppen megállapítottam, hogy a paprika bogyóterméseinek pulton való tárolhatóságában, a termés vízvesztésének, apadásának mérséklésében ugyan jelentős és vitathatatlan szerepe van a viaszos kutikularétegnek, annak vastagságának, azonban a vizsgálatok rámutattak arra is, a külső termésfal hipodermarétegének a vastagságának is igen meghatározó szerepe van a termés vízvesztésének mérséklésében.

- Megállapítottam, hogy a különböző talajjavító, tápanyagutánpótló szerek nagymértékben (pozitívan, vagy negatívan) hatnak a bogyótermések szövettani jellemzőire, azokon keresztül a termés vízvesztésére. A vizsgálataim alapján arra a következtetésre jutottam, hogy ökológiai gazdálkodásban a riolittufa az a talajjavító, tápanyagutánpótló anyag, melynek használata, alkalmazása önmagában is növelheti a paprika pulton való tárolhatóságát. Amennyiben kedvező beltartalmi paraméterekkel jellemezhető, vegyszermentes, egészséges ökopaprika termesztése a cél, melynek eltarthatósága kiváló, vásárlói szempontból tartósan szép esztétikai megjelenéssel bír, akkor öko termesztési körülmények között a riolittufa, mint tápanyagutánpótló szer alkalmazása ajánlható a leginkább.

8. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

- ALBERT, ZS. (2014): Alma és paprika exokarpiumok szöveti és molekuláris biológiai jellemzése különböző fejlettségi állapotokban és a tárolás során. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola. Budapest.
- BALÁZS, S. (1994): Zöldségtermesztők kézikönyve, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- BOZOKALFA, M. K., EŞİYOK, D. (2011): Evaluation of morphological and agronomical characterization of turkish pepper accessions. Int. J. Veg. Sci. 17, 115–135.
- CSELŐTEI, L., NYÚJTÓ, S., CSÁKY, A. (1993): Kertészet, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- CSELŐTEI, L. (1955): Egyes zöldségnövények vízhasznosítási kérdései. Kert. Szől. Főiskola Évkönyv, Budapest. 85 p.
- DIAS, G. B., GOMES, V. M., MORAES, T. M. S., ZOTTICH, U. P., RABELO, G. R., CARVALHO, A. O., MOULIN, M., GONÇALVES, L. S. A., RODRIGUES, R., DA CUNHA, M. (2013): Characterization of *Capsicum* species using anatomical and molecular data. Genetics and Molecular Research. DOI (<http://dx.doi.org/10.4238/2013.February.28.29>)
- DÍAZ-PÉREZ, J. C., MUY-RANGEL, M. D., MASCORRO, A. G. (2007): Fruit size and stage of ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.) Journal of the Science of Food and Agriculture 87. 68-73. DOI: 10.1002/jsfa.2672
- WERYSZKO - CHMIELEWSKA, E., MICHAŁOJC, Z (2011): Anatomical traits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. Acta Agrobotanica. Vol. 64 (4): 181–188.
- FALLIK, E., GRINBERG, S., ALKALAI, S., YEKUTIELI, O., WISEBLUM, A., REGEV, R., BERES, H., BAR-LEV, E. (1999): A unique rapid hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper. Postharvest Biology and Technology 15. 25-32. DOI: 10.1016/S0925-5214(98)00066-0
- HIROSE, T. (1965): Fundamental study of the crossing of pepper. Tech. Bull. Fat. Agric. Kyoto, Japan 2.: 85.p.
- KAPELLER, K. (1994): A fűszerpaprika. In: BALÁZS S. (szerk.): Zöldségtermesztők kézikönyve, Mezőgazda Kiadó. ISBN 963-8439-37-8. 256-277. p.
- LANTOS, F., HELYES, L. (2009): Zöldségtermesztés. Jegyzet BSc. képzés részére. SZTE MGK Hódmezővásárhely. 3.p kialakulásán
- LANTOS, F. (2011): A kalciumhiány ak és hiánytüneteinek vizsgálata a paprikatermesztésben. Doktori (Ph.D.) értekezés. Szent István Egyetem, Növénytudományi Doktori Iskola. Gödöllő.
- LARA, I. (2018): “The fruit cuticle: actively tuning postharvest quality,” in Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality, ed. M. W. Siddiqui (London: Academic Press Ltd), 93–120. doi: 10.1016/B978-0-12-809807-3.00004-4
- LARA, I., BELGE, B., GOULAO, L. F. (2014): The fruit cuticle as a modulator of postharvest quality. Postharvest Biol. Technol. 87, 103–112. doi: 10.1016/j.postharvbio.2013.08.012
- LARA, I., HEREDIA, A., DOMÍNGUEZ, E. (2019): Shelf Life Potential and the Fruit Cuticle: The Unexpected Player. Front. Plant Sci. 10:770. doi: 10.3389/fpls.2019.00770
- MÁRTONFFY, B. (1999): Paprika, Hajtatott, szabadföldi és fűszerpaprika, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- PARSONS, E. P., POPOVSKY, S., LOHREY, G. T., LÜ, S., ALKALAI-TUVIA, S., PERZELAN, Y. (2012): Fruit cuticle lipid composition and fruit post-harvest water loss in an advanced backcross generation of pepper (*Capsicum* sp.). Physiol. Plant 146, 15–25. doi: 10.1111/j.1399-3054.2012.01592.x
- SMITH, D. L., STOMMEL, J. R., FUNG, R. W. M., WANG, C. Y., WHITAKER, B. D. (2006): Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper

- (*Capsicum annuum* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology 42. 243-247. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2006.06.013
- SOMOS, A. (1966): A paprika. Akadémiai kiadó, Budapest. 83-120. p.
- SOÓ, R. (1963): Fejlődéstörténeti növényrendszertan. Tankönyvkiadó, Budapest. 2. kiadás
- TAKÁCSNÉ HÁJOS, M. (2017): Zöldségtermesztés I., Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen
- TERBE, I., HODOSSI, S., KOVÁCS, A. (2005): Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- TERBE, I., SLEZÁK, K., KAPPEL, N. (2011): Kertészeti és szántóföldi növények fejlődési rendellenességei. Mezőgazda Kiadó, Budapest ISBN 978-963-286-623-9, p. 93-179.
- WIEDENHOEFT, A. C. (2006): Plant nutrition. Chelsea House Publishers, New York, USA. ISBN 0-7910-8564-3
- ZATYKÓ, L., MÁRKUS, F. (2006): Kertészet, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- ZSOM, T. (2007): Az étkezési paprika minőségváltozása a szedés utáni időszak alatt. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem. Budapest.

INTERNETES FORRÁSOK:

INTERNET1:

https://kathaz.hu/wpcontent/uploads/2019/02/Mez%C5%91gazdasagi_tananyag_vegleges_PIPA.pdf

Utolsó letöltés időpontja: 2023.05.16.

INTERNET2:

https://www.hazipatika.com/taplalkozas/zoldseg_gyumlcs/cikkek/paprika_egy_amerikabol_jott_ma_gyar

Utolsó letöltés időpontja: 2023.05.16.

INTERNET3: https://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6z%C3%B6ns%C3%A9ges_paprika

Utolsó letöltés időpontja: 2024.08.27

INTERNET4:

https://www.researchgate.net/publication/336836351_A_paprika_talajigenye_es_soturo_kepessege_SZERZO_NEMETH_TAMAS_OKL_NOVENYORVOS_A_PAPRIKA_BIOLOGIAI_NOVENYVE_DELMEVEL_FOGLALKOZO_SPECIALISTA

Utolsó letöltés időpontja: 2024.05.27.

INTERNET5: <https://genezispartner.hu/novenykulturak/zoldseg-novenyek/paprika-2/>

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET6: <https://agrobio.hu/hu/hirek-archivum/oldal/5/szerves-tragya-granulatum/>

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET7: <https://www.gazdabolt.hu/cikkek-hirek/cikk/a-granulalt-szerves-tragyak-10-elonye?srltid=AfmBOooFk1JxuTVP82DfXdu0d-4wJhZuGuh7mQGdpBpsQu-uPhrCP7e>

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET8: <https://bio-fer.hu/bio-fer-natur/>

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET9: https://www.biokontroll.hu/a-riolittufa-vulkani-hamu-a-mezgazdasagban/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwpvK4BhDUARIsADHt9sQxzzYbsCB-jdIf7cB08RZpNvg8_IhbQrmwIcUVto8yV1YjkLttsaAvprEALw_wcB

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET10: <https://agraragazat.hu/hir/agrar-riolittufa-talajjavitas-magyar-tapanyagutanpotlas-x-mezogazdasag/>

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET11: <https://axisbentonitkft.hu/bentonit/>

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET12: <https://agraragazat.hu/hir/termeszetes-talajjavitas/>

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET13: <https://www.bioszenguru.hu/bioszen/>

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET14:

http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_2611/a_bioszen_gyartasa_es_termesnovelo_tenyezoi_23_08.pdf.

Utolsó letöltés időpontja: 2024.07.26.

INTERNET15: <https://www.biokertapolas.hu/tizenegyes-edes-etkezesi-paprika-3130?keyword=tizene> , <https://zkivetomag.hu/paprika/25-tizenegyes-1g.html>, Utolsó letöltés időpontja: 2024.03.21.

1. melléklet: A kezelések hatása a különböző érettségi fázisban betakarított termések 14 napos vízvesztésének/terméstömeg (g) vesztésének alakulására (2023. 09. 05. – 2023. 09. 21.)

Napok száma		Tizenegyes Érett 1. Kontroll														
		0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Kontroll	1.	52.1	50.5	49.4	48.3	47.5	46.1	45.5	44.6	44.2	43.6	42.6	41.8	41.3	40.9	40.3
	2.	52.9	51.4	50.3	49.3	48.5	47.2	46.5	45.8	45.4	44.9	43.7	43.	42.6	42.2	41.4
	3.	36	35.2	34.5	33.9	33.5	32.6	32.2	31.7	31.4	31.	30.6	29.8	29.5	29.3	28.5
Kezelt	1.	42.7	33.8	33.4	33.	32.7	32.1	31.8	31.4	31.1	30.7	30.1	29.6	29.4	29.1	28.8
	2.	44.3	42.2	41.8	38.8	37.5	35.5	35.1	34.7	34.4	34.	33.4	32.9	32.7	32.4	31.8
	3.	56.9	55.7	54.9	54.1	53.4	51.1	50.9	49.6	48.5	46.9	43.2	41.1	39.9	39.6	39.3
Tizenegyes Érett 2. Riolditfáya																
Kontroll	1.	33.6	33.1	32.7	32.4	32.1	31.5	31.3	31.	30.7	30.5	30.1	29.7	29.5	29.4	29.1
	2.	31.7	31.3	30.9	30.6	30.3	29.7	29.7	29.3	29.1	28.8	28.4	28.1	28	27.8	27.4
	3.															
Kezelt	1.	42.3	41.8	41.4	41.1	40.8	40.2	40	39.6	39.3	39.	38.5	37.9	37.8	37.4	37
	2.	33.9	33.5	33.2	32.9	32.7	32.3	32.2	32	31.7	31.5	31	30.8	30.8	30.6	30.3
Tizenegyes Érett 3. Baromfitáya																
Kontroll	1.	42	41.2	40.7	40	39.5	38.5	38.1	37.7	37.2	36.7	36.1	35.6	35.2	34.8	34.2
	2.	57.4	56.1	56.4	55.4	53.5	54.1	53.9	53.5	52.6	51.9	51.8	51.5	51.3	50.9	50.3
	3.	29.6	28.9	28.6	28	27.8	27	25.9	25.5	26.1	26	25.6	25.4	25	24.8	24.4
Kezelt	1.	55.2	54.3	539	53.3	53	52	51.5	51.2	50.8	50.6	50.2	49.5	49	48.7	48.2
	2.	50.3	49.6	49.2	48.6	48.2	47.2	46.8	46.1	45.8	45.4	44.8	44.2	43.8	43.4	42.9
	3.	49.6	48.9	48.6	48	47.7	46.9	46.6	46.1	45.8	45.6	44.9	44.5	43.9	43.5	43
Tizenegyes Érett 4. Deritő																
Kontroll	1.	32.1	31.9	31.5	31.2	30.9	30.4	30.1	29.7	29.5	29.4	29.2	28.9	28.8	28.5	28
	2.	26	25.7	25.2	24.9	24.5	24	24	23.5	23.3	23.2	22.9	22.7	22.6	22.3	22
	3.	41.7	41.1	40.4	40	39.4	28.6	36.3	37.8	37.5	37.3	36.8	36.4	36.2	35.8	35.4
Kezelt	1.	38.1	38	37.5	37.2	35.9	36.4	36.1	35.8	35.5	35.4	34.9	34.5	34.3	34.3	34
	2.	34.5	34.6	34.2	33.9	33.1	31	30.4	30.1	29.8	29.4	29.3	28.9	25.7	25.6	25.4
	3.	68.7	68	67.2	66.6	66	64.8	64.4	63.6	63.2	62.9	62.2	61.4	60.9	60.6	60
Tizenegyes Érett 5. Kontroll																
Kontroll	1.	28.7	28	27.6	27.2	27.1	26.5	26.2	25.9	25.7	25.5	25.1	24.9	24.6	24.5	24.3
	2.	33.2	32.9	32.7	32.5	32.5	32	31.8	31.8	31.5	31.4	31.1	30.9	30.7	30.6	30.3
	3.	41.6	40.7	40.2	39.7	39.5	38.5	38.1	37.9	37.4	37.1	36.5	36.2	35.8	35.6	35.1
Kezelt	1.	29.2	28.7	28.5	28.3	28.2	27.5	27.2	26.9	26.4	26.2	25.1	24.9	24.2	23.6	23.2
	2.	41.9	41.4	41	40.7	40.6	40	39.6	39.4	38.9	38.6	37.6	37	36.4	36	35.1
	3.	46.6	45.8	45.3	44.9	44.6	43.7	43.3	43	42.5	42.2	41.6	41.3	41	40.7	40.2
Tizenegyes Érett 6. Riolditfáya																
Kontroll	1.	50.4	49.3	48.4	47.8	47.4	46.1	45.8	45.4	44.9	44.6	44	43.7	43.4	43.1	
Kezelt	1.	38.4	38.3	38.1	37.9	32.9	31.7	31	30.2	29.3	28.5	27.9	27.5	26.9	26.5	26.1
Tizenegyes Érett 7. Baromfitáya																
Kontroll	1.	39.9	39.3	38.6	38.1	37.7	36.8	36.4	36.2	35.8	35.5	34.9	34.6	34.3	34.1	33.7
	1.	39.5	39.3	38.9	38.5	38.3	37.7	37.4	37.3	37	36.7	36.2	36	35.7	35.8	35.3
	2.	51	50.7	50.3	49.8	49.4	48.5	48	47.8	47.3	47	46.5	46	45.6	45.4	44.9
Kezelt	1.	37.2	36.7	36.2	35.6	35.1	34.4	34.1	34.1	33.4	33	32.5	32.3	31.9	31.7	31.5
	1.	37.1	36.5	36.2	35.6	34.8	34	33.6	31.6	30	27.7	27.5	27.1	26.7	26.5	26.4
	2.	29.5	29.2	29.1	28.8	28.4	28.1	27.9	27.9	27.3	27	26.8	26.3	25.9	25.6	25.7
Tizenegyes Érett 8. Kontroll																
Kontroll	1.	21.6	21.1	20.6	20.2	20	19.1	19.1	19	18.6	18.3	17.5	17.3	17.1	17	16.7
	2.	21.2	20.9	20.5	20.2	20.1	19.5	19.5	19.3	19.1	18.9	18.2	18.1	18.2	17.9	17.6
	3.	30.5	29.5	28.7	28	27.5	26.6	26.3	25.5	25.2	24.6	23.4	23.1	22.9	22.7	22.1
Kezelt	1.	32.2	31.9	31.7	31.5	31.4	31	30.8	30.6	30.5	30.3	29.8	29.7	29.6	29.5	29.1
	2.	29.8	29.4	29.2	29	28.7	28.2	27.9	26.8	26	25.2	24.3	24.1	23.8	23.5	23
	3.	19.6	19	18.6	18.4	18.1	17.6	17.4	17	16.8	16.5	15.6	15.4	15.3	15.2	14.7
Tizenegyes Érett 9. Riolditfáya																
Kontroll	1.	27.6	27	26.6	26.2	25.8	25	24.7	25	24.6	24.4	24.1	23.7	23.2	22.9	22.8
Kezelt	1.	20.7	20.4	19.9	19.3	18.4	15.6	14.5	13.6	12.9	12.1	11.5	10.8	10	9.1	8.4
Tizenegyes Érett 9. Baromfitáya																
Kontroll	1.	21.4	21	20.8	20.5	20.3	19.8	19.4	19.5	19.2	19	18.7	18.5	18.3	18.1	17.9
	2.	24.4	23.6	23.2	22.6	22.3	21.6	21.4	21	20.7	20.5	19.9	19.6	19.4	19.3	18.9
	1.	16.9	16.7	16.7	16.5	16.4	16.1	15.9	15.8	15.7	15.7	15.3	14.3	13.3	12.2	11
Kezelt	2.	17.8	17.4	17.3	16.9	16.5	12.2	9.9	9.5	9.2	8.7	8.6	8.4	8.3	8.1	7.8
	3.	32.3	32	32	31.6	31.5	31.2	31	31	30.7	30.6	30.4	30.2	30.1	30	29.8
Tizenegyes Érett 10. Kontroll																
Kontroll	1.	34.8	34.4	33.8	33.1	32.7	31.3	31.3	30.8	30.3	30.1	29.4	28.9	28.8	28.4	28
	2.	29.5	29.4	29.1	28.5	28.3	27.6	27.3	27	26.7	26.6	26.3	26.1	25.9	25.5	25.2
	3.	30.5	30.1	29.6	28.9	28.5	27.8	27.5	27	26.7	26.5	26.1	25.4	25.2	24.8	24.1
Kezelt	1.	23.8	22.4	22.1	21.6	21.2	19.1	19	18.4	17.6	16.8	15.4	12.4	11.8	10.9	10
	2.	32.9	32.4	32.1	31.3	30.3	27.4	25.9	24.7	23.8	23	22.1	21	20.1	19.4	18.6
	3.	31	30.9	30.7	30.1	29.8	28.7	28.2	27.8	27.4	26.9	25.9	24.8	24.3	23.9	23.6
Tizenegyes Érett 5. Kontroll																
Kontroll	1.	16.9	16.6	16.3	16.1	16.1	15.6	15.5	15.3	15	15	14.8	14.5	14.5	14.5	14.1
	2.	15.4	15.2	15	14.9	14.9	14.5	14.5	14.3	14.1	14.1	14	13.9	13.8	13.8	13.7
	3.	27.9	26.4	26	25.9	25.7	25.1	24.7	24.4	24.3	23	23.7	23.5	23.4	23.3	23
Kezelt	1.	11.8	11.5	11.4	11.2	11.2	10.7	10.6	10.4	20.1	20	19.7	19.5	19.3	19.2	19
	2.	58.3	57.9	57	56.1	55.5	52.9	51.9	50.5	49.4	48.2	45.6	43.6	41.6	40.1	38.5
	3.	48.5	47.8	47.4	47	46.8	45.8	45.5	44.8	44.5	44	43.6	43.3	41.4	40.6	40.1
Tizenegyes Érett 6. Riolditfáya																
Kontroll	1.	21.1	20.9	20.7	20.4	20.3	20	19.7	19.6	19.5	19.4	19.2	19	18.9	18.9	18.8
	2.	31.6	31.3	31.1	30.8	30.6	30.1	29.8	29.5	29	28.6	27.5	26.4	25.3	24.2	23.1
Tizenegyes Érett 7. Baromfitáya																
Kontroll	1.	23.8	23.6	23.3	23	22.8	22.5	22.4	22.4	22.1	21.9	21.8	21.5	21.4	21.3	21.1
Kezelt	1.	29.9	29.7	29.3	28.9	28.6	26	25.8	25	24.1	23.1	22	20.7	19.2	17.2	15.2
Tizenegyes Érett 8. Deritő																
Kontroll	1.	32	31.4	30.8	30.2	29.9	29.3	29.1	29.1	28.7	28.4	28	27.8	27.6	27.4	27.2
	1.	19	18.8	18.8	18.5	18.4	18.1	18	17.9	17.7	17.5	17.4	17.3	17.2	17.1	16.9
	2.	32	31.4	30.8	30.2	29.9	29.3	29.1	29.1	28.7	28.4	28	27.8	27.6	27.4	27.2
Kontroll	1.	40.6	39.7	39	38.5	38	37	36.7	36.3	35.9	35.4	34.5	34.1	33.8	33.5	32.6
	2.	26.7	26.1	25.7	25.3	25	24.4	24.2	24	23.7	23.4	22.9	22.6	22.3	22.3	21.9
	3.	19.2	18.9	18.5	18.3	18.2	17.8	17.7	17.5	17.3	17.2	16.7	16.6	16.5	16.5	16.2
Kezelt	1.	37	36.5	36.2	36	35.7	35.2	35.1	34.7	34.6	34.3	33.8	33.6	33.4	33.1	32.7
	2.	30.5	30.1	29.8	29.5	29.2	28.6	28.6	28.2	28	27.7	27.2	27	26.6	26.3	25.9
	3.	24.1	23.8	23.5	23.2	22.4	19.8	18.7	18.2	18.1	17.8	17.5	17.4	17.2	17	16.8
Tizenegyes Érett 9. Riolditfáya																
Kontroll	1.	38.3	37.6	37.1	36.6	36.1	35.3	35	34.6	34.3	33.9	33	32.8	32.5	32.2	31.6
	1.	30.7	30.1	29.7	29.2	28.7	27.6	27	26.2	25.5	24.6	22.1	20.3	18.5	17	14.8
Kontroll	1.	20.8	20	19.6	19	18.5	17.6	17.2	16.7	16.3	16	14.2	13.1	11.5	0	0
	2.	42.3	41.6	41.2	40.6	40.2	39.3	39	38.6	38.2	38	37.5	37	36.7	36.7	36.1
	3.	28.8	32.2	31.8	31.3	31	30.4	30.1	29.7	29.5	29.3	28.7	28.5	28.3	28	27.7
Kezelt	1.	22.8	22.													

2. melléklet: Három érettségi stádiumban betakarított bogyók kutikulavastagságának (µm) alakulása a kezelések hatására
(Ba: Baromfitrágya, Ri: riolittudófa, De: Derítő. K: Kontroll)

Tizenegyes, Érett, 1. Kontroll, Ti É 1 K a b c											
Vágott minta	Mérések										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	15.34	16.47	14.86	16.65	17.42	12.47	12.05	11.61	12	13.29
	b	7.06	8.49	9.98	9.15	7.81	8.51	8.77	9.75	9.57	10.85
c	14.61	13.84	12.28	14.31	10.65	15.73	12.22	12.79	12.53	12.42	
Tizenegyes, Érett, 2 Riolittufa, Ti É 2 Ri a b c.											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	8.94	10.45	10.46	10.97	10.86	7.86	7.8	10.24	10.06	10.86
	b	11.01	13	13.43	15.07	12.6	12.63	12.22	11.19	12.5	10.74
	c	13.43	14.32	11.37	12.85	11.53	13.74	8.46	7.63	9.97	9.19
Tizenegyes, Érett, 3. Baromfitrágya, Ti É 3 Ba a b c.											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	10.32	12.64	12.68	9.41	10.43	15.89	12.08	11.19	9.15	12.8
	b	9.92	9.91	11.66	9.58	7.57	9.75	10.86	9.35	9.58	10.25
	c	14.52	14.94	13.32	14.16	13.71	14.24	13.6	13.62	14.87	12.14
Tizenegyes, Érett, 4. Derítő, Ti É 4. De a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	14.72	14.25	13.35	13.64	13.73	13.12	13.32	12.85	13.29	17.28
	b	12.25	9.5	14.92	16.26	15.26	13.95	11.1	11.88	12.44	11.29
	c	15.37	14.73	11.22	14.72	15.68	16.02	14.81	14.5	14.5	12.43
Tizenegyes, Érett, 5. Kontroll, Ti É 5. Ko a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	13.97	13.44	16.05	16.88	16.09	16.45	17.09	16.63	18.22	18.73
	b	12.2	11.75	16.43	12.33	11.66	14.29	15.59	13.52	14.02	11.37
	c	8.56	5.32	6.89	5.89	7.57	9.26	9.03	8.59	10.51	7.48
Tizenegyes Érett, 6. Riolittufa, Ti É 6. Ri a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	9.24	8.77	8.5	9.08	9.75	12.34	12.6	10.01	8.25	7.79
	b	12.84	10.97	12.58	9.93	11.94	14.84	6.57	9.14	12.42	11.25
	c	10.06	9.99	12.84	7.55	9.91	11.82	11.66	9.26	7.51	6.41
Tizenegyes Érett, 7. Baromfitrágya, Ti É 7. Ba a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	13.83	12.46	10.3	13.1	10.88	14.18	13.1	10.86	11.18	12.14
	b	15.18	14.06	11.09	13.6	14.35	12.4	13.13	13.83	12.34	16.32
	c	11.58	14.57	14.14	13.03	14.71	15.15	15.14	14.19	12.14	14.14
Tizenegyes Érett, 8. Derítő, Ti É 8. De a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	10.24	12.15	10.93	11.22	11.57	8.83	10.55	10.56	10.86	10.3
	b	10.02	12.49	8.95	14.23	9.48	10.4	9.29	10.68	11.7	7.91
	c	10.9	14.73	11.22	9.58	8.72	8.82	8.63	8.99	11.52	10.62
Tizenegyes, Éretlen, 1. Kontroll, Ti É 1 K a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	11.37	10.22	12.3	10.39	9.74	9.91	7.83	9.43	10.4	10.38
	b	10.5	12.17	10.05	10.83	10.42	11.78	7.68	7.37	7.99	7.06
	c	16.71	15.5	13.45	13.29	13.2	12.45	13.73	13.14	11.75	14.49
Tizenegyes, Éretlen, 2. Riolittufa, Ti É 2 Ri a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	8.69	7.01	8.88	8.25	9.5	8.85	9.5	10.74	10.62	6.29
	b	10.36	9.47	9.86	9.15	7.98	7.56	7.99	8.01	8.12	9.94
	c	13.67	11.86	10.36	11.08	13.32	12.07	10.57	12.04	10.51	12.66
Tizenegyes, Éretlen 3. Baromfitrágya, Ti É 3 Ba a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	10.72	9.65	8.84	8.79	6.72	8.22	8.3	9.08	11.57	9.65
	b	12.05	12.47	13.45	14.67	13.74	11.47	11.92	13.35	12.47	12.75
	c	15.71	17.5	17.59	15.51	15.36	17.51	17.35	19.29	16.93	16.91
Tizenegyes, Éretlen 4. Derítő, Ti É 4. De a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	12.68	13.39	14.9	12.14	9.93	12.68	11.1	10.06	10.52	13.02
	b	11.67	13.29	9.88	10.27	9.46	12.97	9.62	7.39	8.52	8.46
	c	13.42	14.41	15.05	14.1	12.48	14.84	11.54	15.42	17.37	10.1
Tizenegyes, Éretlen, 5. Kontroll, Ti É 5. K a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	9.82	13.15	14.14	9.1	11.35	8.5	10.1	9.15	13.78	13.45
	b	12.28	9.18	10.11	8.75	10.66	11.75	14.37	12.38	12	10.24
	c	10.66	13.43	12.99	12.42	11.62	13.8	14.2	13.8	15.66	12.19
Tizenegyes Éretlen, 6. Riolittufa, Ti É 6. Ri a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	12.63	12.17	14.43	12.46	11.09	15.02	11.77	11.37	12.19	12.23
	b	10.7	11.18	11.51	11.98	9.9	9.42	12.48	11.5	10.86	11.34
	c	13.9	10.55	11.05	13.12	8.66	10.87	11.06	10.55	11.37	11.93
Tizenegyes Éretlen, 7. Baromfitrágya, Ti É 7. Ba a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	6.39	10.55	10.56	10.58	5.78	8.09	7.67	7.71	7.37	7.42
	b	9.94	10.93	8.83	11.16	9.98	7.62	8.59	13.04	10.81	9.74
	c	12.2	13.51	11.54	10.3	9.6	13.66	7.09	8.65	9.6	11.66
Tizenegyes Éretlen, 8. Derítő, Ti É 8. De a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	9.3	12.94	10.46	9.53	11.29	11.23	12.47	12.72	8.91	11.94
	b	10.02	10.71	10.62	8.29	9.63	8.91	11.72	10.71	11.34	11.97
	c	10.86	9.29	10.22	9.6	10.23	11.84	11.82	10.58	14.37	13.42
Tizenegyes, Tülerett, 1. Kontroll, Ti Tú 1 K a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	7.99	9.58	8.8	11.02	14.7	9.44	8.32	7.51	11.82	8.82
	b	16.84	12.08	9.62	13.6	13.3	8.85	11.41	10.43	12.33	10.74
	c	11.79	10.94	11.78	12.64	12.29	10	8.91	7.89	9.35	9.55
Tizenegyes, Tülerett, 2 Riolittufa, Ti Tú 2 Ri a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	12	13.78	15.02	13.67	12.32	11.2	13.1	10.72	14.58	14.75
	b	15.98	15.97	14.05	14.06	14.06	16.45	15.01	15.97	15.49	16.79
	c	12.17	13.95	12.69	11.82	12.88	12.93	11.42	12.48	11.58	11.74
Tizenegyes, Tülerett, 3 Baromfitrágya, Ti Tú 3 Ba a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	7.86	11.23	7.13	6.79	10.77	7.72	10.1	9.71	10.29	11.3
	b	8.96	11.72	7.59	10.88	7.71	10.03	10.82	8.34	11.54	13.98
	c	12.38	12.72	15.81	13.29	11.19	12.3	13.17	13.02	18.84	13.07
Tizenegyes, Tülerett, 4. Derítő, Ti Tú 4. De a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	6.45	7.32	9.23	12.43	14.8	9.98	8.83	9.49	12.17	10.83
	b	9.75	10.36	9.4	10	10.07	10.7	10.68	8.9	8.21	8.99
	c	11.78	11.66	11.46	13.49	11.79	13.69	11.54	13.39	15.1	12.42
Tizenegyes, Tülerett, 5. Kontroll, Ti Tú 5. K a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	16.08	16.66	13.59	16.2	15.58	13.34	13.32	16.17	14.15	17.32
	b	18.08	14.22	17.06	14.28	12.72	14.65	16.22	15.6	12.97	14.44
	c	13.56	13.47	13.98	14.41	13.84	15.42	12.81	15.23	11.66	14.4
Tizenegyes Tülerett, 6. Riolittufa, Ti Tú 6. Ri a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	10.44	10.62	12.73	10.86	10.31	10.71	11	10.4	9.48	8.99
	b	11.61	10.63	11	10.48	13.13	13.29	13.38	12.43	11.29	9.15
	c	12.12	10.19	9.48	7.8	9.73	10.32	9.59	9.48	9.15	12.12
Tizenegyes Tülerett, 7. Baromfitrágya, Ti Tú 7. Ba a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	10.31	6.72	10.54	8.33	8.04	7.99	8.01	8.29	8.14	9.09
	b	9.71	9.2	8.38	8.6	10.02	9.31	8.79	9.39	8.43	9.2
	c	10.17	12.2	12.42	11.52	11.97	12.2	10.19	12.07	13.33	10.43
Tizenegyes tülerett, 8. Derítő, Ti Tú 8. De a b c											
Vágott minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
	a	10.71	9.03	10.85	10.62	10.31	11.93	12.66	12.23	12.24	10.86
	b	9.95	11.07	13.11	11.25	11.88	14.27	10.05	9.95	12.47	10.43
	c	11.78	13.43	9.58	12.18	10.9	10.15	12.2	9.58	10.98	11.66

3. melléklet: A termések hipodermarég-vastagságának (µm) alakulása a kezelések hatására

Tizenegyes, Érett, 1. Kontroll, 09.29. Ti É 1 K a b c										
	Mérések									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	557.83	584.44	561.73	518.52	556.36	508.49	546.14	585.94	639.77	483.5
Eredmény	63.39	66.41	63.83	58.92	63.22	57.78	62.06	66.58	72.70	54.94
Tizenegyes, Érett, 2. Riolittufa, 09.29. Ti É 2 R a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	674.19	699.49	700.32	655.2	692.37	679.65	694.1	673.76	695.65	699.53
Eredmény	76.61	79.49	79.58	74.45	78.68	77.23	78.88	76.56	79.05	79.49
Tizenegyes, Érett, 3. Baromfitrágya, 09.29. Ti É 3. Ba a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	583.63	504.98	505.2	544.29	467.79	425.21	444.4	427.73	442.39	411.18
Eredmény	66.32	57.38	57.41	61.85	53.16	48.32	50.50	48.61	50.27	46.73
Tizenegyes, Érett, 4. Derítő, 09.29. Ti É 4. D a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	455.88	398.43	398.83	395.48	453.4	451.03	459.62	496.6	458.26	421.3
Eredmény	51.80	45.28	45.32	44.94	51.52	51.25	52.23	56.43	52.08	47.88
Tizenegyes, Éretlen, 1. Kontroll, 09.29. Ti Ér 1 K a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	511.62	608.89	625.34	604.2	661.13	658.88	645.05	684.63	676.39	561.27
Eredmény	58.14	69.19	71.06	68.66	75.13	74.87	73.30	77.80	76.86	63.78
Tizenegyes, Éretlen, 2. Riolittufa, 09.29. Ti Ér 2. R a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	775.42	782.06	751.42	760.59	757.52	752.07	781.41	761.11	724.26	738.69
Eredmény	88.12	88.87	85.39	86.43	86.08	85.46	88.80	86.49	82.30	83.94
Tizenegyes, Éretlen, 3. Baromfitrágya, 09.29. Ti Ér 3 B a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	692.72	618.46	724.5	701.78	708.0	721.28	682.84	653.28	657.71	711.1
Eredmény	78.72	70.28	82.33	79.75	80.45	81.96	77.60	74.24	74.74	80.81
Tizenegyes, Éretlen, 4. Derítő, 09.29. Ti Ér 4 D a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	822.47	814.44	746.09	697.25	677.06	660.60	658.13	709.34	766.16	729.88
Eredmény	93.46	92.55	84.78	79.23	76.94	75.07	74.79	80.61	87.06	82.94
Tizenegyes, Túlérett, 1. Kontroll, 09.29. Ti Tu 1 K a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	472.36	455.16	394.32	431.02	432.02	449.9	527.83	516.77	518.86	535.80
Eredmény	53.68	51.72	44.81	48.98	49.09	51.13	59.98	58.72	58.96	60.89
Tizenegyes, Túlérett, 2. Riolittufa, 09.29. Ti Tu 2. R a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	440.65	421.81	394.07	392.07	386.41	370.81	345.77	318.35	335.10	337.01
Eredmény	50.07	47.93	44.78	44.55	43.91	42.14	39.29	36.18	38.08	38.30
Tizenegyes, Túlérett, 3. Baromfitrágya, 09.29. Ti Tu 3. B a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	441.85	461.81	440.12	374.77	374.39	353.14	326.53	389.72	331.47	377.91
Eredmény	50.21	52.48	50.01	42.59	42.54	40.13	37.11	44.29	37.67	42.94
Tizenegyes, Túlérett, 4. Derítő, 09.29. Ti Tu 4. D a b c										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vágott minta	351.17	353.07	387.00	373.09	344.04	305.20	315.01	325.35	334.34	404.49
Eredmény	39.91	40.12	43.98	42.40	39.10	34.68	35.80	36.97	37.99	45.96