

A KALCIUM TÁPANYAGFORGALMÁNAK VIZSGÁLATA A PAPIKATERMESZTÉSBEN

LANTOS FERENC

Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar

6800 Hódmezővásárhely, Andrásy út 15.

lantos@mgk.u-szeged.hu

Abstract: The dynamics of the uptake and transport of the nutrients is not identical in all plants. In the second section of my experiments we got an answer to that fact, that the paprika Ca^{2+} uptake and the ability of transport are different in each genotype. The Ca^{2+} requirement of the fruits of certain varieties is significantly bigger than the amount the plant itself can uptake. The determined selection aimed at this and also the plant breeders' work enables the safe growing of sweet pepper irrespectively of the CaCO_3 level of soil.

Kulcsszavak: kalciumhiány, paprika (*Capsicum annuum L.*), termesztő-közeg

Keywords: calcium deficiency, pepper (*Capsicum annuum L.*), growing medium

BEVEZETÉS

A Dél-Alföldön 2000 ha-on hajtatnak étkezési paprikát, ahonnan évente, mintegy 150-175 ezer tonna termést takarítanak be (TÉGLA ET AL., 2006). Gazdasági szempontból az ország egyik legjelentősebb zöldségművelése. A termesztés biztonságának vizsgálata ezért aktuális, hiszen a termesztő-közegek tápanyagtartalma, valamint a megfelelő termesztéstechnológia nagyban befolyásolja a termés minőségét. A makroelemek mellett az esszenciális mikro- és mezoelemeknek is jelentős szerepük van a növény biológiai fejlődésében (TERBE ET AL., 2005). Hiányuk akár irreverzibilis károsodást is okozhat a termésben (TAKAHASHI ET AL., 1999). A paprikahajtás során a nyári hajtási időszakban, a kimagaslóan meleg hónapokban a kalciumhiány tünetei jelentős mértékben károsítják a termést. A bogyók csúcsi részén ún. „csúcsrothadás” figyelhető meg (GRISS, 1844). A kalcium növényélettani szerepe igen széleskörű. Fontos a sejtosztódásban, a sejttanyagcserében, valamint a gyökértömeg kialakulásában is megfigyelhető a kalcium növényélettani hatása (SZALAI, 1974). A növény a kalciumot csak Ca^{2+} -ion formájában tudja felvenni a leveleken vagy a gyökérszöveten keresztül. Növényélettani szerepe a β -indolecetsavval kölcsönhatásban a növényi sejtek differenciálódásában, a sejtmegnyúlásban, a primer sejtfalak középlemezének stabilizálásában van (SZALAI, 1974). A kalcium-forgalom szoros összefüggésben van a transzspirációval, amelyet a növényfelszín sugárzási hőmérséklete is kifejez (HELYES, 1990). Az olyan típusú tápanyag-ellátási zavar (hiánytünetek, mérgezési tünetek), amely a *Solanaceae* családhoz tartozó fajok, így a paprika (*Capsicum annuum L.*) termésén foltosodást okoz, jelenlegi ismereteink szerint csak a kalciumhiány (TERBE ÉS SZABÓ, 2003). Számos kutató arra megállapításra jutott, hogy a paprikabogyón jelentkező csúcsrothadás a kalcium hiányából ered. A termés csúcsi részét folyamatosan a legfiatalabb sejtek építik fel, ezek kalcium igénye fokozott. Hiánya esetén a fiatal sejt irreverzibilis kárt szenved, ezért a rothadó foltokat mindig a bogyó csúcsához közel észleljük (ZATYKÓ, 1993). BUSSLER (1963) megállapította, hogy a Ca^{2+} -hiány tünetei mindig a legfiatalabb, illetve még differenciálódó szerveken jelentkeznek. TERBE ET AL. (2005) megfigyelései szerint a folyamatban az epidermisz felszakad, majd a bogyókon, mindig a csúcsi rész közelében szürkésbarna, később beszáradó fekélyek keletkeznek. Ezek a foltok mészhiányra utalnak. A termesztés esetében beszélhetünk a talaj kalciumhiányáról, melyet egyrészt a pH radikális csökkenése,

azaz a talajaciditás idézhet elő (>3). Másrészt a talajban található H^+ , K^+ , Na^+ , Mn^{2+} , Al^{3+} , Mg^{2+} , NH_4 -ionok magas koncentrációja ún. antagonista hatást kelt. Ekkor a Ca^{2+} -ionok felszívódását a magasabb koncentrációban lévő elem (elemek) gátolják (WOJCIECHOWSKI ET AL., 1969). A hiánytünetek megjelenésekor viszont már a növény tényleges kalciumhiányáról beszélünk. A Ca^{2+} -ionok a növényben a transzspirációs áramlással a xilémekben viszonylag könnyen szállítódnak, de a floémába általában nem jutnak át. Minthogy a Ca^{2+} -ion a floémában rosszul szállítódik, visszaáramlása a levelekből a szárba és a gyökérbe, vagy az idősebb levelekből a fiatalabb, növekvő részekbe jelentéktelen (BERGMANN, 1979). A kalciumigény mértéke növényfajonként, és ezen belül fajtánként is változhat. Amennyiben a növény valamilyen természetstechnológiai vagy ökológiai probléma miatt a rendelkezésére álló tápanyagot nem veszi fel, éhezési tünetek jelentkeznek a termésen (CHAPMANN ET AL., 1966). A növényben közvetlen Ca^{2+} többlet nem fordul elő, a talajban viszont ún. mészklorózist okoz (BERGMANN, 1979).

Megfigyeléseimet talajon és kőzetgyapotban hajtattott paprikakultúrákban 2007-2008-2009 évek nyári hajtatási időszakában végeztem. Céлом az volt, hogy eltérő ökológiai behatások mellett, eltérő termesztő-közegekben megfigyeljem és feltárjam a kalciumhiány kialakulásának tényezőit.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletek és a vizsgálatok helyszíne és növényanyaga

Kutatásaimat Szentesen a DABIC Kht. kertészeti telepén végeztem 2007. és 2009. között, a nyári hajtatási időszakokban. A bogyókon jelentkező csúcsrothadás tüneteinek mértékét a szedéseket követő válogatáskor határoztam meg vizuális növénydiagnózis alapján. Vizsgálataimat 2 db, egyenként 9 m széles és 100 m hosszú fóliasátorban végeztem. A termesztő-berendezésekben a hőmérsékletet és a páratartalmat a kritikus időszakban óránként mértem. A kalciumhiány kialakulásának okait a természetstechnológiai problémák és az eltérő termesztő-közegek (talaj és kőzetgyapot) összefüggésében az Emese F₁ tölteni való, folytonos növekedésű, nyújtott kúp alakú, fehér termésszínű, hajtatási típusú paprika hibrid termesztése során vizsgáltam.

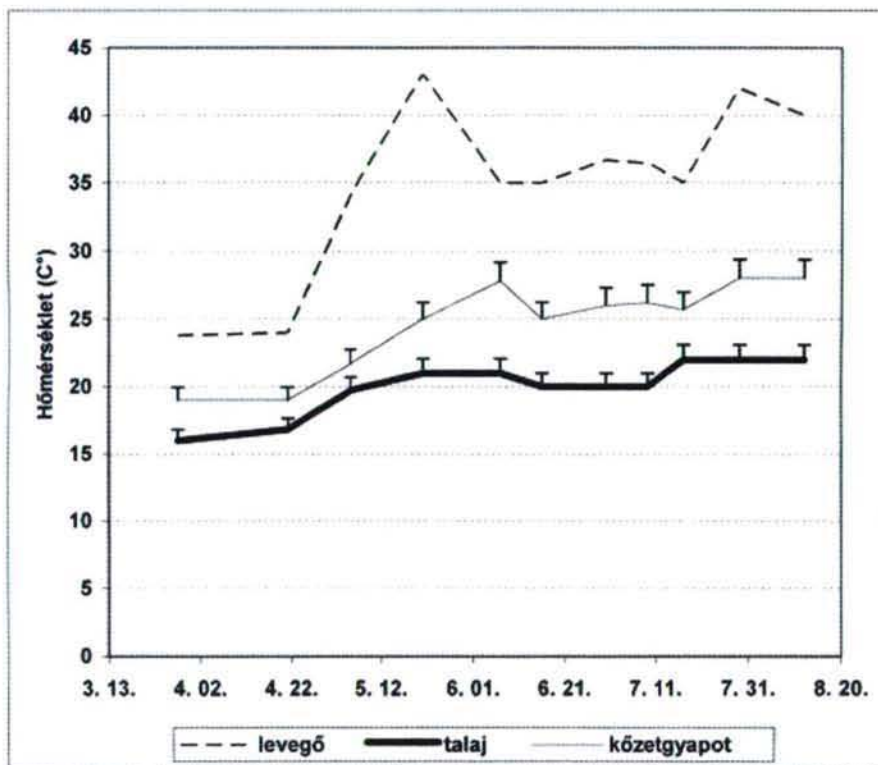
Az eredmények értékelésének módszerei

A csúcsrothadás kialakulásában szerepet játszó tényezők meghatározására Pearson-féle korrelációs modellt állítottam fel. A további statisztikai elemzésekre lineáris modellvizsgálat módszerével egy,- illetve többtényezős varianciaanalízist alkalmaztam.

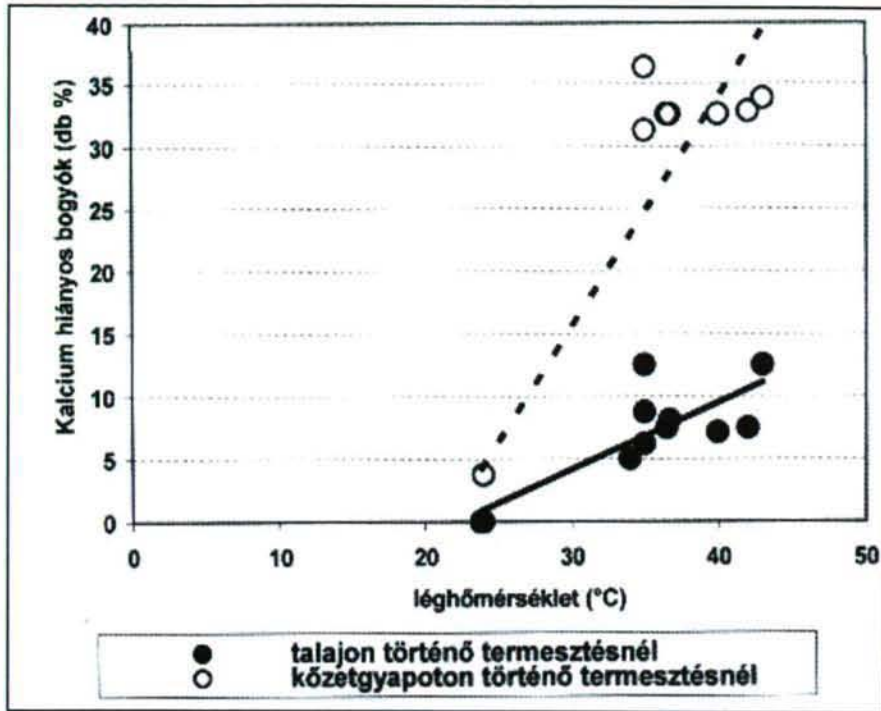
EREDMÉNYEK

A 2007-es esztendő nyári hajtatási időszakában a termesztő-berendezés belső légterének, illetve a kőzetgyapot kocka, kőzetgyapot paplan és a talaj hőmérsékletének változásait az 1. ábra mutatja be a vizsgált szedési időszakban. A mérési eredmények alapján látható, hogy március végén és áprilisban a léghőmérséklet 25 °C alatt, míg a kőzetgyapot paplan és a talaj hőmérséklete 15-20 °C között alakult. Ez a hőmérséklet közel optimális körülményeket biztosított az étkezési paprika fejlődéséhez. Ezt követően, április végétől viszont intenzív felmelegedés következett be, amely lényegesen meghatározta az aktív gyökérszóna és a fóliasátrak belső hőmérsékletét. A lineáris regresszió analízissel a csúcsrothadt bogyók megjelenésének mértéke a termesztő-közeg hőmérsékletének emelkedésével összefüggésben azt támasztotta alá, hogy a kőzetgyapot kocka és a paplan megemelkedett hőmérséklete nagyobb hatással volt a csúcsrothadt bogyók kialakulására, mint a fóliasátor belső légterének hőmérsékletváltozása. A május első és második dekádjában kialakuló 35-40 °C jelentős mértékben nehezítette a növényállomány

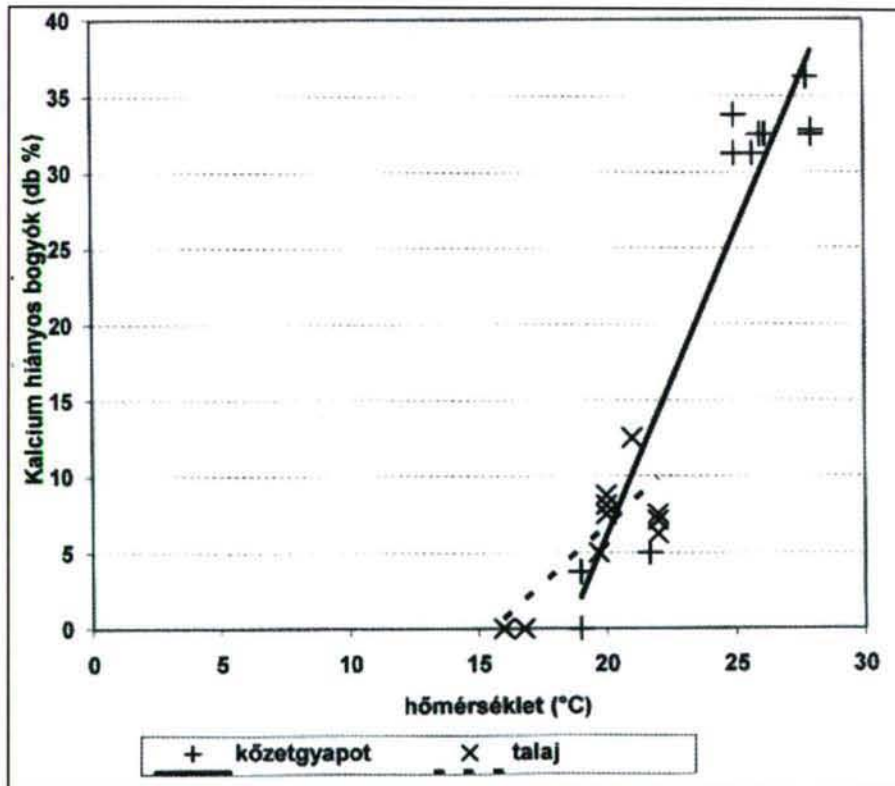
fejlődését, valamint a gyökérszövet Ca^{2+} felvevő- és transzlokáló-képességét. A negyedik szedést követően (május 25-től) már rashel-hálóval fedtük be a termesztő-berendezéseket, hogy a túlzott felmelegedést csökkentsük. Ez az eljárás a talaj hőháztartásán javított, de a kőzetgyapot paplanán nem. A kőzetgyapot paplanban mért legalacsonyabb hőmérséklet 25 °C, a legmagasabb pedig 30 °C volt. Mindkét érték szignifikáns eltérést (4-5 °C-os különbséget) mutatott a talajjal szemben. A termesztő-közeg hőmérsékletének emelkedése és a csúcsrothadt bogyók mennyisége között a júniusi melegedést követően a vizsgálat idejéig pozitív korrelációt állapítottam meg. A nappali hőmérsékletemelkedés 20 °C fölé melegítette a kőzetgyapot paplan hőmérsékletét, ami gátolta a gyökérszövet Ca^{2+} -felvevő képességét. Ez is szerepet játszott a csúcsrothadt bogyók mennyiségének növekedésében. A hőmérséklet hatásának értékelésekor a szedést megelőző időszak középhőmérsékleteihez viszonyítottam a csúcsrothadt bogyók darabszámát, melyek maximum értéke a talajon történő hajtás esetében 12,5 db %, míg a kőzetgyapoton 36,3 db % volt. Ezt az értéket a május és a június hónapok termésadatai alapján kaptam (2-3. ábra). A szedéseket követő termésválogatás során azt állapítottam meg, hogy a betakarított terméshez viszonyított csúcsrothadt paprikabogyók aránya a talajon történő hajtásában átlag 5-10% között maradt, a kőzetgyapoton viszont 31-34% volt, ami már igen komoly gazdasági veszteséget jelentett.



1. ábra: A levegő- és a gyökérszövet hőmérsékletének alakulása a szedések során 2007-ben



2. ábra: A léghőmérséklet hatása a csúcsrothadt bogyók mennyiségének arányára (Szentés, 2007)



3. ábra: A gyökérszóna hőmérséklet hatása a csúcsrothadt bogyók mennyiségének arányára a két vizsgált termesztő-közegben (Szentés, 2007)

Az egy hajtatási időszakban végzett kutatás és vizsgálat eredménye, azonban nem tartalmazott minden tekintetben elegendő mérési adatot, ezért indokoltnak láttam a további esztendő nyári hajtatási időszakában egyéb termesztéstechnológiai tényezők figyelembe-

vételével is tovább vizsgálni a problémát. A 2007-es esztendő eredményeit, valamint a 2008-as és a 2009-es évek nyári hajtatási időszakában végzett megfigyeléseimet, 69 szedés során kapott eredményekkel kiegészítve, Pearson-féle korreláció analízis alapján modelleztem (1. táblázat). A három év vizsgálati eredményei azt igazolták, hogy a nyári hajtatási időszakban a csúcsrothadt bogyók megjelenésének mennyiségére legnagyobb mértékben a gyökérszóna hőmérséklete és a levegő páratartalma volt hatással. A természető-berendezés belső hőmérséklete, ami a külső besugárzás hatására melegedett fel, kisebb mértékben, de befolyással volt a kalcium felvételére és szállítására.

1. táblázat: Pearson-féle korreláció analízis eredményei három év értékei alapján (n=69)

	Kalciumhiányos bogyók (%)	Gyökérszóna hőmérséklet (°C)	Belső hőmérséklet (°C)	Külső hőmérséklet (°C)	Páratartalom (%)
kalciumhiányos bogyók %	1	0,675(**)	0,504(**)	0,451(**)	0,608(**)
gyökérszóna hőmérséklete	0,675(**)	1	0,849(**)	0,789(**)	0,432(**)
belső hőmérséklet	0,504(**)	0,849(**)	1	0,892(**)	0,484(**)
külső hőmérséklet	0,451(**)	0,789(**)	0,892(**)	1	0,282(*)
páratartalom	0,608(**)	0,432(**)	0,484(**)	0,282(*)	1

** korreláció 0,01 szinten

* korreláció 0,05 szinten

KÖVETKEZTETÉSEK

A paprika kalcium tápanyagforgalmát meghatározó, valamint a kalciumhiány kialakulásához vezető tényezők pontos feltárásában a folyamat komplex vizsgálatára volt szükség. A talajon történő hajtatás esetében megfigyelhető volt, hogy a megfelelő szellőztetés mellett az intenzív talajlazítás, villázás, esetleg bakházazás, illetve a 18 °C-os öntözővíz kora reggeli kijuttatása megfelelő hőmérsékleti szinten tudta tartani a növény gyökérszónájának hőmérsékletét. Ezáltal a gyökérszóna a növényre jellemző fejlettséggel rendelkezett, amely elősegítette a gyökérszóna körbeölelő mikorrhiza gombák, illetve a gyökérszórók tevékenységét, a Ca^{2+} , illetve más tápanyagok felvételét. Kísérleti megfigyeléseim során gyakran volt tapasztalható, hogy a kőzetgyapoton történő hajtatásnál, a természető-berendezésekben a nyári, nappali felmelegedés mértéke olyan magas volt, hogy a növényállomány még az esti időszakban sem volt képes lehűlni, elegendő hőt leadni. Ebben szerepet játszott természetesen a növények sztómáinak az esti időszakban való zárt állapota is. Amikor a természető-berendezés belső hőmérséklete több napon keresztül a déli ún. kritikus időszakban közel 40 °C-ra melegedett fel, a természető-közeg (kőzetgyapot kocka és paplan) gyökérszónájában mért hőmérséklete is az optimális 22 °C fölé emelkedett, amely hőmérséklet a gyökérszóna tápanyagfelvételét gátolta. A kőzetgyapotban történő hajtatás során többször lehetett tapasztalni, hogy a paplan, illetve a kocka hőmérséklete a kritikus érték fölé emelkedett. A kőzetgyapot megemelkedett hőmérsékletét a szellőztetés csak kis mértékben képes csökkenteni, főleg a kockát és a paplant körbeölelő fóliaborítás miatt, amely megakadályozza a természető-közeg levegőellátottságát és a hő leadását is. A hajtatás során a kőzetgyapot kockák tetején gyakran alakultak ki alga telepek, melyek ugyancsak hátráltatták a közeg levegő- és CO_2 ellátottságát. Legtöbb hazai fóliaborítású természető-berendezésben a galvanizált fém

tápanyag- és a víztartályok a belső légtérben vannak elhelyezve. Az anyag hővezető képessége miatt a bennük feloldott tápoldat együtt melegszik a belső léghőmérséklettel. A kísérleteim során azt tapasztaltam, hogy a 20-22 °C-os tápoldat nem volt képes a rendszert hűteni, sőt párolgása is intenzívebb volt. A nyári kritikus időszakban, a kőzetgyapot paplanokban a besugárzás alapján beállított tápoldat kijuttatás mennyisége elérte a 10 l/m² napi átlagot.

Megfigyeléseim eredményei alapján bizonyítható volt, hogy a paprikahajtás során a növényre ható ökológiai tényezők közül, ha a gyökérszóna-hőmérséklete elér egy kritikus értéket, akkor a termesztő-közegektől függetlenül ez gátolja a paprika a Ca²⁺-ion felvételét, szállítását, valamint beépülését.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Adams, F. - Greenleaf, W. H. (1969): Genetische Kontrolle der Blütenendfaule bei Tomaten über den Ca- Metabolismus. Amer. Soc. Hort. Sci., 248-250.
2. Bussler, W. (1963): Die Entwicklung von Calcium-Mangelsymptomen. Z. Pflanzenernaehr Dueng. Bodenkunde. pp. 53-58-100.
3. Bergmann W. (1979): Termesztett növények táplálkozás zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 21-24. p; 81-82. p.
4. Chapman et, al.(1966): Diagnostic criteria for plants and soils. Univ. of California, Div. of Agric. Sci. Riverside.
5. Griss, E. (1844): Nouvelles experiences sur l'action des composés ferrugineux soluble, appliques e la vegetation, et specialement au traitement de la chlorosees , et de la débilité des plantes. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris., 19: 1118-1119.
6. Helyes L. (1990): Relations among water supply, foliage temperature and the yield of tomato. Acta Horticulturae, 227: 115-121.
7. Szalai I. (1974): Növényélettan I. Tankönyvkiadó, Budapest. pp. 392.
8. Takahashi, A. - Camacho, P. - Lechleiter, J.D. - Herman, B. (1999): Measurements of intracellular calcium. Physiol. Rev., 79: 1089-1125.
9. Terbe I. - Szabó Zs. (2003): A paprika csúcsrothadásos betegségét kiváltó okok megszüntetése és megelőzése. Kertgazdaság, 35 (1): 100-104.
10. Terbe I. - Hodossi S. - Kovács A. (2005): Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 53. p.; 88. p.; 134. p.; 135.p.
11. Téglá Zs. - Deme P. - Balogh Zs. (2006):A paprikahajtás gazdaságossága – kulcskérdés az energia. Kertészet és Szőlészet, 55 (7): 6-7.
12. Wojciechowski, J. – Klawlefski, M. - Borys, M. W. (1969): Verhältnisses und des Stickstoffspiegels auf die Blütenfaule der Tomate. Phytopathol Z., 64: 312-320.
13. Zatykó L. (1993): Paprika. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 174.