

ULTRAVIOLA BESUGÁRZÁS ÉS AZ ASCORBINSAV-TARTALOM KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSRŐL.

Írta: WELLESZ TERÉZ

Ultraviola besugárzás hatásának vizsgálatával KISS ISTVÁN főiskolai tanár kezdeményezésére, illetve megbízásából kezdtem foglalkozni. Irány-mutatása alapján először paradicsom palántákat kezeltem különböző hullámhosszúságú ultraviola sugarakkal, és megfigyeltem a termés ascorbinsav koncentrációjában létrejövő változásokat, amelyek a besugárzás hatására jelentek meg. A kísérletekből kitűnt, hogy a radiáció bizonyos körülmények között, megfelelő dózisban adagolva képes a bogyók ascorbinsav tartalmát emelni.

Jelen dolgozat a paprika-növény sugárkezelésének hatását tárgyalja az ascorbinsav-tartalom szempontjából.

A fejlődés különböző időszakában kapott ultraviola besugárzás befolyásolja a későbbiekben kialakuló termés ascorbinsav koncentrációját. Ez a befolyás irányát és mértékét tekintve a különböző körülményektől függően ingadozik (9).

Az ultraviola sugarak hullámhossza az, amely elsősorban meghatározza az előidézett hatás nagyságát (5). Korábbi kutatások kimutatták, hogy maximális hatást a Mg spektroszkopiai vonalának megfelelő 2800 Å hullámhosszúságú sugárzás képes előidézni, amely megfelel a nucleinsavak maximális ultraviola abszorpciójának. Az ennél hosszabb, illetve rövidebb ibolyántúli sugarak kevésbé hatásosak. Baktériumokon végzett kísérletek alapján HERTEL kimutatta, hogy a sugárhatás a BUNSEN ROSCOE-féle törvényszerűség szerint megy végbe, vagyis a hatás hullámsávonként változó ugyan, de egy ugyanazon hullámsávon belül az expozíciós idő és az intenzitás szorzatának függvénye (3).

Ultraviola sugaraknak a sejtek általi abszorpcióját, ill. hatását érintő kérdésekben a vélemények eltérők, egyesek szerint az abszorpció a sejt sérüléséből vagy halálából származik (2). Ezt igazolja az ultraibolya fény baktericid hatása, amely úgy jön létre, hogy fotokémiai úton a baktériumok plazmájában vezetés hatású oxidatív folyamat indul meg, ez savakat, peroxidokat termel, amelyek a plazmát tönkreteszik. LAROGNETTE szerint az oxidatív hatásokon felül a sugarak a plazmafehérjék hidrolitikus bontását is előidézik. Mások szerint, mint BRADFIELD J. R. G. és ERRERA M. (1) a sejtekben a nucleinsavak közvetlenül abszorbeálják az ultraviola sugarakat a sulphydril csoportok állapotától függően, így a sulphydril csoportok csökkentik az abszorpciót, de amennyiben

sulphydril inaktívátorok vannak jelen, az abszorpció csökkenése megakadályozott. ELY J. O. és ROSS M. H. (2) vizsgálatai kimutatták, hogy a nucleáris és cytoplazmatikus abszorpció jelentősen változik sejtről sejtre az anyagcsere pillanatnyi állapotától függően. Ennek megfelelően az UV-sugárzás által előidézett hatás is változik az anyagcsere állapot függvényében.

Az ascorbinsav koncentráció a növényekben ingadozást mutat különböző körülmények hatására. Alakulását befolyásoló tényezők között szerepel elsősorban a fény, melynek hiánya, ill. jelenléte nagy mértékben csökkenti, ill. növeli az ascorbinsav mennyiségét az egyes növényekben és növényi részekben. Így a közvetlen fény és a diffúz fény is eltérő ascorbinsav szintet eredményez, mint ahogy VENKATARAMANI (8) kísérletei is mutatják.

SOMERS G. F. (6) vizsgálatai szerint árnyékban termesztett növények gyümölcsei mindig alacsonyabb ascorbinsav szintet mutattak, mint a napfényen termesztett növények megfelelő gyümölcsei. Széndioxid jelenléte is döntő fontosságú a C vitamin képződésben. Kísérletek bizonyítják (7), hogy az ascorbinsav nagyobb csökkenést mutat fényben de CO₂ hiányában, mint sötétben CO₂ jelenlétében ugyanazon a hőmérsékleten.

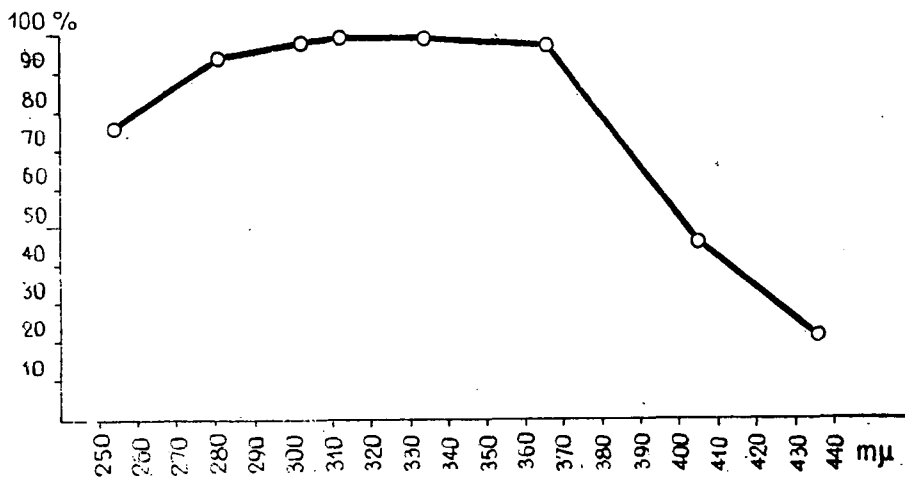
A napszakok váltakozásai is befolyásolják az ascorbinsav szintézis ütemét. A reggeli órákban általában kevesebb képződik, délben ér el maximumot, majd estig ismét csökken.

A növény fejlődésének különböző szakaszaiban sem egyforma az ascorbinsav jelenlevő mennyisége, kezdeti fokon kisebb, majd a fejlődés előrehaladásával növekszik (8). Kísérleteimben ezt a növekedési ütemet figyeltem az általam kiválasztott egyes fejlődési állapotoknak megfelelően, és azt vizsgáltam, hogy a különböző időszakokban a növény egyes részeiben jelenlevő ascorbinsav mennyisége hogyan jut kifejezésre a később kialakuló természetben abban az esetben, ha az ascorbinsav szintézisének normális menetét ultraviolett besugárzással megzavarom.

Anyag és módszer. A kísérletekhez felhasznált paprika fajta *Kalinkói fehér* volt. Jellemzői: a tövek közép magas növések, a levelek nagyok, középzöld színűek. A bogyó tompavégű, 2—4 eres, nagy, vékony húsú, felálló, színe citromsárga, éréskor cinóbervörös. A növények termesztése a Szegedi Pedagógiai Főiskola Kísérleti Gazdasági telepén történt. A magvakat március végén vettem el szaporító ládába. Pikirozáskor a palántákat nyolcasával ültettem egy-egy kisebb méretű szaporító ládába, egymástól 5—5 cm távolságra. Az egyes ládák a bennük levő 8—8 növényrel képezték a későbbiek során az egyes kísérleti csoportokat. A sugárkezelések megkezdéséig a palánták a telep üvegházában nyertek elhelyezést; a kezelések lefolytatása után június közepén kerültek végleges helyükre a szabadföldbe 40 × 40 cm-es térerállásra.

A sugárkezeléseket egy erre a célra készített besugárzó kamrában végeztem, amely lehetővé tette a növény és a lámpa egymáshoz való közelítését, ill. távolítását a kívánt mértékben abból a célból, hogy a tenyészőcsúcs és a fényforrás közötti távolság szabályozható legyen. Kísérleteimben ez a távolság minden esetben 34 cm volt. A kamra teljesen fénymentesen lezárható, csak felül van nyílás a szűrő méreteinek megfelelően, tehát a fény csak ezen keresztül, ill. az odahelyezett szűrőn át juthat be a kamra belsejébe.

Ultraviola fényforrásként *GES m. b. H. Hanau S. 300* típusú lámpát használtam *Schott UG 5.* szűrő közbeiktatásával (vastagsága 2 mm) amely a színektartományból legnagyobb százalékban 366—254 m μ hullámhossz-intervallumba tartozó sugarakat enged át (részletes áteresztését l. 1. ábrán).



1. sz. ábra. *Schott UG 5.* szűrő áteresztése az ultraviola tartományban

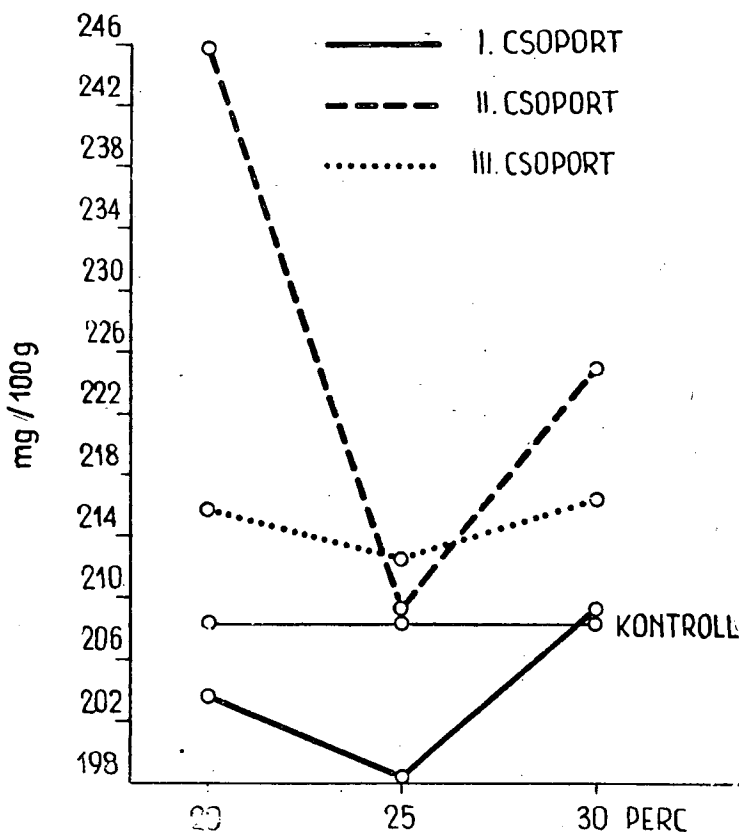
A kísérleti növények bogyóinak ascorbinsav tartalmát fotometriás úton határoztam meg. A megfelelően előkészített paprika extractumhoz ferri vegyületet, majd a—a, dipiridil reagenst adtam, a jelenlevő ascorbinsav redukálja a Fe^{+++} -t Fe^{++} -vá, ez pedig ferrodipiridil komplex vegyületet ad. A keletkező vörös színeződést Lange-féle kétfényeleemes fotometerben zöld szűrő alkalmazásával mértem.

A sugárkezeléseket a paprika növény három különböző életkorú és fejlődési állapotú csoportján kezdtem meg. Az első csoportot a legfiatalabb palánták alkották. Ezeknél a sziklevelek fölötti első levélpár kifejlődött, (levéllemez hossza 25 mm átlag) a második levélpárnak csak egész kicsiny kezdeménye látható. A második csoport növényei idősebbek az előzőnél. A szikleveleken kívül négy levélpár van meg; az első két pár levél hossza 45 mm átlag, a harmadik levélpár kisebb méretű, a negyediknek csak kezdeményei vannak meg. A harmadik csoporthoz a legfejlettebb növények tartoztak, ezeknél már hat pár levél van teljesen kifejlődve és a virágrügy is megjelent. Mindhárom csoport az *UG 5.* szűrőn keresztül kapta a sugarakat különböző dózisekban. Minden csoporton belül 20, 25, ill. 30 perces besugárzást alkalmaztam, vagyis a fejlődési állapot alapján elkülönített három csoportban további három alcsoport van az alkalmazott három féle dózisnak megfelelően.

A sugárkezeléseket négy napon keresztül megismételtem. Erre az időre a növények, beleértve a kontrollt is, a Növénytani tanszék laboratóriumában nyertek elhelyezést. A kezelések befejezése után a kiültetés előtt a növényeket két napig szabadban tartottam, hogy a számukra kedvezőtlen feltételek okozta károsodást leküzdjék és kellő mértékben

megerősödjenek. A kiültetés után hamarosan gyors fejlődésnek indultak és már július elején virágoztak.

A termés vizsgálatát augusztus végén kezdtem meg. A meghatározásokat a paprika teljes érése előtt végeztem, ügyelve arra, hogy a felhasznált bogyók egyforma érettségi állapotban legyenek. A szedést lehetőség szerint azonos napszakokban végeztem, hogy az ascorbinsav koncentrációban végbemenő napszakonkénti változás hibalehetőségét elkerüljem. Egy-egy méréshez 2—3 paprika-bogyóból vett mintát használtam fel. A kapott értékek számtani középárányosát tüntetem fel 100 g nyersúlyra vonatkoztatva. Az egyes kísérleti csoportoknál észlelt ascorbinsav értékeket a 2. sz. ábra szemléleti. A görbék lefutásából kitűnik, hogy a különböző fejlődési állapotú csoportokban különböző dózissal kezelt növények bogyóinak ascorbinsav tartalma különbözik egymástól, ill. a kontrolltól.



2. sz. ábra. Dózis és ascorbinsav tartalom közötti összefüggés a különböző életkorú csoportoknál

A fejlődés első időszakában, tehát a legfiatalabb palánták esetében a besugárzás hatására csökkenés tapasztalható a növények ascorbinsav

szintetizáló képességében. Az első csoport, amely 20 perces napi dózist kapott, 203,7 mg/100 g ascorbinsavat tartalmaz, ami a kontroll csoportnál észlelt 208,3 mg/100 g-értékhez viszonyítva alacsonyabb szintet mutat. A második csoportnál, ahol a besugárzás ideje 25 perc volt, még nagyobb csökkenés figyelhető meg. Itt az ascorbinsav értéke 198,3 mg/100 g vagyis 10 mg-al kisebb, mint a kontroll esetében. Az első fejlődési időszakban besugárzott növények utolsó csoportjánál, amely a maximális dózist kapta, az ascorbinsav koncentráció 209,2 mg/100 g, tehát alig magasabb a kontrollnál.

Az adatok azt mutatják, hogy az egészen fiatal palánták besugárzása zavart hozhat létre a növény ascorbinsav képzésében, ami a bogyók alacsonyabb ascorbinsav tartalmában nyilvánul meg. Ez természetesen nem minden esetben következik be, csak akkor, ha a sejtek anyagcseréje, osztódásának fázisa, valamint más belső és külső körülmények megfelelően összejejtésnek.

A következő fejlődési időszakban besugárzott növények ascorbinsav tartalmának alakulása már más képet mutat. Az alkalmazott dózisok közül a 20 perces besugárzás optimális hatást fejt ki. Ezen kísérleti csoporthoz tartozó növények bogyóinak ascorbinsav koncentrációja 245,7 mg/100 g, ami a kontrollhoz viszonyítva jelentős emelkedés. 25 perces dózis alkalmazása csak kis mértékben emelte az ascorbinsav szintet a kontroll fölé (209,2 mg/100 g), míg a 30 perces dózis ismét nagyobb emelkedést idézett elő (225 mg/100 g). Tehát a növények fejlődésük és növekedésük ezen állapotában reagálnak legnagyobb mértékben az UV sugarakra, megfelelő dózis alkalmazása esetén.

A harmadik csoportban besugárzott növények az elsőhöz hasonló mértékben változtatták meg ascorbinsav szintetizáló képességüket, de itt a hatás már pozitív. 20 perces dózis hatására az ascorbinsav értéke 215,7 mg/100 g, a napi 25 perces besugárzás eredménye 212,5 mg/100 g, valamivel alacsonyabb az előbbinél, míg a maximális (30 perces) dózis ismét magasabb ascorbinsav koncentrációt váltott ki: 216,4 mg/100 g.

Ismeretes, hogy az ascorbinsav a legaktívabban növekvő helyeken termelődik legbőségesebben. Evvel magyarázható, hogy a sugárzás a második csoportnál idézett elő legnagyobb hatást. Láttuk, hogy a növekedés is itt volt a legintenzívebb.

IRODALOM

- (1) Bradfield, J. R. G., Errera, M.: Ultraviolet absorption of living cells. Nature 164, p. 532, 1949.
- (2) Ely, J. O. and Ross, M. H.: Absorption of ultraviolet light by living cells. Nature 163, p. 906, 1949.
- (3) Fehér, D.: Talabiológia, pp. 1263. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1954.
- (4) Mapson, L. W.: Ascorbic acid. The Vitamins 1, p. 180, 1954.
- (5.) Ruge, U.: Der Ascorbinsäuregehalt von Tradescantia Blättern in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichtes. Naturwiss. 44, p. 13, 1957.
- (6) Somers, G. F., Hamner, K. C. and Kelly, W. C.: Further studies on the relationship between illumination and ascorbic acid content of tomato fruits. J. Nutrition 40, p. 133, 1950.
- (7) Somers, G. F., Kelly W. C. and Hamner, K. C.: Changes in ascorbic acid content

of turnip leaf discs as influenced by light, temperature and carbon dioxide concentration, Arch. Biochem. 18, p. 59, 1948.

(8) *Venkataramani, K. S.*: Some factors governing the vitamin C content of *Trigonella foenum-graecum*. Proc. Ind. Akad. Sci. 32, p. 112, 1950.

(9) *Wellesz, T.*: Az ultraviola sugarak hatásának vizsgálata a paradicsom termés ascorbinsav tartalmának alakulása szempontjából. Szegedi Pedagógiai Főiskola Evkönyve, p. 125, 1957.

О ВЗАИМНОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТНОСТЬЮ

Т. Веллес

Автор проводил опыты относительно того, что влияние какого размера и направления может оказать ультрафиолетовое облучение распад стручкового перца на аскорбиновую кислотность урожаев, образующихся позже. Обслуживания он совершил с применением фильтра Шотта УГ 5 на группах различного роста и развития с различными лучевыми дозами. Из урожаев, развитых позже, он взял пробы и рассмотрел изменения в их аскорбиновой кислотности. Количество аскорбиновой кислоты оказывалось в отдельных группах различным, так например облучение имело результатом в случае младших растений уменьшение, а у старых растений незначительное повышение в уровне аскорбиновой кислоты. У растений, находящихся в состоянии среднего возраста, применяя соответствующую дозу, возникло максимальное повышение концентрации аскорбиновой кислоты.

ÜBER DEN ZUSAMMENHANG DER ULTRAVIOLETTEN BESTRAHLUNG MIT DEM ASCORBINSÄUREGEHALT

Von

T. WELLESZ

Die Verfasserin hat Experimente zur Lösung der Frage ausgeführt, in welchem Masse und in welcher Richtung sich der Einfluss ultravioletter Strahlen bei Paprikapflanzen im Ascorbinsäuregehalt der später ansetzenden Früchte geltend macht. Die Bestrahlung würde unter Einschaltung von Schott UG 5. Filter an drei Gruppen verschiedenen Alters, resp. verschiedenen Entwicklungsgrades bei Anwendung verschieden bemessener Strahlendosen bewerkstelligt. Proben der später entwickelten Früchte wurden daraufhin untersucht, welche Veränderungen sich im Ascorbinsäuregehalt eingestellt hatten. Das Quantum der Ascorbinsäure war bei den einzelnen Gruppen verschieden. Bei den jüngsten Pflanzen hatte die Bestrahlung eine Verringerung, bei den ältesten Pflanzen in kleinerem Masse eine Erhöhung des Ascorbinsäuregehalts verursacht. Bei den im mittleren Entwicklungsstadium befindlichen Pflanzen hatte sich bei Anwendung entsprechender Dosen eine maximale Erhöhung der Ascorbinsäurekonzentration eingestellt.