

Ionizáló sugárzással csírázsgátolt burgonya szolaninképződése. I.*

LINDNER KÁROLY és L. SZOTYORI KATALIN
Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet, Budapest

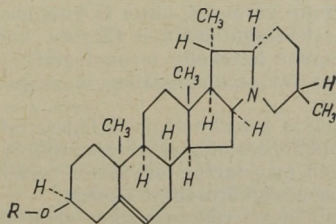
Érkezett: 1971. február 16.

Az eredetileg a *Solanum nigrum*-ban 1820-ban felfedezett „szolanin” élelmiszegetésügyei jelentőségére a burgonya és az éretlen paradicsom fogyasztása kapcsán derült fény. Nem sokkal az anyag felfedezése után, 1928-ban *Baup* a burgonya csírákból is izolálta. Az első mennyiségi meghatározást *Wackenroder* végezte az 1840-es évek elején. *Meyer* 1895-ben dolgozta fel az eddig ismert burgonya okozta szolanin mérgezések kérdését és megállapította, hogy a burgonya szolanin tartalmára meglehetősen széles – 0,5-től 68 mg/% – tartományt jelölnek meg különböző szerzők. Ma már nyilvánvaló, hogy e nagyon eltérő értékekért az akkor még nem kimondottan specifikus meghatározási eljárások is felelősek voltak.

A századforduló táján bekövetkezett szolanin mérgezések maguk után vonták a szolanin meghatározási eljárásának revíziójára vonatkozó vizsgálatokat is. Ennek eredményeképpen *Pfankuch* 1937-ben egy fotometriás, míg *Leppert* 1938-ban egy súlyanalitikai eljárást közölt le (1).

Ezekkel a módszerekkel már valóban számszerű összefüggéseket lehetett megállapítani a mérgezési tünetek és a burgonya szolanin tartalma között.

A szolanin mennyiségi meghatározása mellett a kutatók népes csoportja – köztük a magyar *Zemplén Géza* – foglalkozott a „szolanin”-nak nevezett nem egységes, alkaloid glükozid vegyületek összetételének felderítésével. E kutatások eredményeképpen azt állapították meg, hogy a szolanin vegyület szénhidrát részében 1 molekula D-glükóz, 1 molekula D-galaktoz és 1 molekula L-ramnóz foglal helyet, míg a cukormentes aglikon-, a szolanidin-, egy szteroid alkaloid, melynek szerkezeti képlete az alábbi



A legutóbbi rezisztenciavizsgálatok kapcsán az is megállapítást nyert, hogy a különböző *Solanum* és *Lycopersicon* fajok burgonyabogár ellenálló képessége különböző meghatározott *Solanum*-alkaloid glükozid tartalmára (demisin, tomatin, leptin stb.) vezethető vissza. Meg kell végül említeni azt is, hogy a vizsgált burgonyában a fő alkaloidok – az alfaszolanin és az alfa-chaconin

*Az élelmiszerek ionizációs sugártartósítása tárgyában 1970 szeptemberében Balatonszéplakon tartott KGST Konferencián elhangzott előadás (Szerk.).

– mellett 4 alkaloid-glükozida fordul elő, mégpedig a béta és gamma szolanin, valamint a béta és gamma chaconin. E glükozidok között csupán a szénhidrát rész felépítésében van különbség (2).

Már a legkorábbi gyógyszerészeti irodalom is erős mérregnek írja le a szolanint, tekintettel arra, hogy mint szaponin erősen hemolitikus hatású és mint glükozid helyi gyulladásokat okoz. A nyálkahártyákra, így a gyomor-bél traktusra is izgatólag hat, gyulladásokat idéz elő, amelynek hasmenés és gyomor-bél hurut a következménye. Magára a központi idegrendszer motorikus központjaira, különösen a légző központra hat bénítólag.

A szolanin mérgezés általános tünetjei közé tartozik a fejfájás, szédülés, levertség, beszéd- és látászavarok, hőemelkedés, pulzusszaporaság, végtag remegés és hallucináció. A súlyos mérgezésnek verejtékezés, eszméletvesztés és pupillatágulás a következménye.

Az ízlelő idegekkel érintkezve a szolanin keserű, kaparó és a garatban égető ízzel jelentkezik. A szolaninnak, mint szaponinnak a felszívódása csak lassú folyamat és valószínűleg az után következik be, hogy a szolanidin lehasad, amely aglikont később – mintegy 24–48 óra után – a vizeletben ki lehet mutatni.

Bár a 20 mg/100 g toxikusnak tartott mennyiségnél lényegesen kisebb szolanin koncentráció is minőségi problémákat vet már fel a burgonya kellemtelen íze miatt, a közegészségügyi szervek figyelme e toxikus határ ellenőrzésére terjedt ki elsősorban (3).

A szolanintartalom összefüggését tanulmányozva, figyelemmel a keletkezés körülményeire, az alábbi tényezőket vizsgálták különböző szerzők:

érés ideje,
klíma,
fajta, gumónagyság,
növénybetegettség,
talaj és trágyázás,

a termesztés felszíni magassága,
az érettség foka,
fényhatás,
ultraibolya besugárzás.

A felsoroltak közül, a klímával összefüggő érettségi állapot mellett, a látható és ultraibolya-fény hatása fokozza a legintenzívebben a burgonya szolanin tartalmát. Az irodalomban azt is leírják, hogy a két utóbbi tényező azzal fejt ki hatását, hogy provokálja a csírázást, valamint a klorofill képződést és e biológiai jelenségeknek velejárója a szolanintartalom megnövekedése.

A klasszikusnak számító vermelés, pince és kondicionált raktározási eljárások mellett a burgonya csírázásgátlására és tárolási körülményeinek egyszerűsítésére újabban mint nagyon hatékony technológiát, a viszonylag kis ionizáló sugárdózisoknak alkalmazását technológiailag is megoldották, továbbá egyes államokban bevezették.

A besugárzott burgonyát a technológia kifejlesztésével kapcsolatosan élelmezésegészségügyi és táplálkozásbiológiai szempontból is nagyon gondosan megvizsgálták, aminek alapján még tartós fogyasztás esetén sem valószínűsíthető, hogy az ilyen burgonya egészségkárosodást okozna.

Azonban ez ideig nem jutott tudomásunkra olyan vizsgálat, amely a Solanaceákban, így a burgonyában is minden szöveti részére kiterjedten megtalálható szolanin glükozidák sorsára, képződésére vonatkozóan az ionizáló sugárkezeléssel kapcsolatban elvégzettek volna.

Tekintettel arra, hogy a kérdésnek közegészségügyi követelményei is lehetnek, javasoltuk a Központi Élelmiszeripari Kutató Intézetnek, hogy a burgonya besugárzási kísérleteiket e kérdésnek tanulmányozásával is érdemes lenne kiegészíteni. Nevezett Intézet megbízásából azután előkísérletként olyan módon folytattuk le vizsgálatainkat, hogy azok eredményéből már az ionizáló sugár-

kezelésnek kitett burgonya élelmezésegészségügyi megítélését a szolanintartalom szempontjából is lehetővé tegyük, valamint, hogy az eredmények esetleg felhasználhatók legyenek az alkalmazott sugárdózisok hatásosságának biokémiai úton való viszonylag gyors megítélésére.

A vizsgálatokról vázlatosan a következőkben számolunk be.

A Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet üzemi méretű burgonya besugárzásából származó (50 000 Ci névleges aktivitású ^{60}Co gamma-sugárforrással 10 Krad/óra intenzitás mellett 10 Krad dózissal 1969 februárjában besugárzott) Gülbaba és Keszthelyi 590 burgonyafajtákkal 8–12 °C hőmérséklet és 75–90% relatív páratartalom mellett végzett raktározási kísérletet. A 8, 20, 26 és 30 hetes pincetárolás után két hétre szobahőfokon szórt fénynek tették ki 2–2 kg burgonyamintát. Emódon a kereskedelmi forgalom körülményeit imitálták, tekintettel arra, hogy ilyen tárolási viszonyok mellett a burgonya szolanintartalma a többszörösére is megnövekedhet.

A szolanin meghatározására *Sachse* és *Bachman* (4) által legújabban alkalmazott paraformaldehid-szulforsavas színreakciót – melyek erősségét 600 μg -on mértük – alkalmaztuk, alkoholos kioldás és megfelelő tisztítás (bepárlás, éteres kirázás), majd ammóniákos lecsapás után.

A burgonyaminták vizsgálata során megállapítást nyert, hogy a kontrollhoz viszonyítva az ionizáló sugárzással kezelt burgonyák héja fokozottabban zöldült meg, ami az irodalmi adatokkal, amelyben a besugárzott burgonya fokozott megzöldülési hajlamáról számolnak be, jól egybevág (5). Továbbá az is megállapítható volt, hogy a Gülbaba jobban tárolható volt, míg a keszthelyi 590-es fajta szolanin meghatározását a két utolsó időszakban a fokozott fonnyadás és romlás meglehetősen befolyásolta.

A vizsgálatok eredményeit az 1. táblázatban foglaltuk össze:

1. táblázat

Tárolt burgonya szolanintartalma mg/100 g száraz anyag

Burgonya fajta	Besugárzás	Tárolási idő			
		8 hét	20 hét	26 hét	30 hét
Gülbaba	0	28,32	51,7	51,2	104,0*
Gülbaba	10 Krad	20,08	33,1	34,5	56,0*
Keszthelyi 590	0	62,0	54,7	55,2*	62,0*
Keszthelyi 590	10 Krad	30,66	44,1	47,3*	70,5*

* Igen fonnyadt, kezdődő romlásban.

A táblázatból megállapítható, hogy a burgonya kiszedése után több hónapal később megvalósított besugárzás hatására a megnövelt tárolhatósági idő és csírázástárolás mellett a burgonya szolanintartalma kereskedelmi viszonyok között lényegesen alacsonyabb szinten tartható, mint a besugárzatlan kontroll burgonya. A besugárzatlan gülbaba például az első vizsgálati szakaszhoz képest többszörös mennyiségű szolanint mutatott. A besugárzott burgonya szolanintartalmának emelkedése csupán mérsékeltnek nevezhető és lényegesen alacsonyabb – élelmezésegészségügyi szempontból biztonságosnak mondható – szinten tartható.

A vizsgálatokból – elővizsgálat-jellegük ellenére – az is megállapítható volt, hogy a fajták között mind a szolanin abszolút mennyiségére, mind pedig a tárolás közbeni képződésre nézve különbség mutatkozik.

A mennyiségi meghatározásokat lap kromatográfiásan végzett alkaloid meghatározásokkal kiegészítve megállapítást nyert, hogy az irodalomban felüntetett alkaloidoknak, illetve bomlástermékeinek megfelelő anyagok mutathatók ki, továbbá, hogy azoknak egymáshoz való aránya a kísérlet során állandónak bizonyul. Ezért eltekintünk attól, hogy az erre vonatkozó részletes vizsgálatainkról ábrák bemutatásával kitérjünk.

A kísérletsorozat értékelésének befejezése előtt érdemes említést tenni arról az anomáliáról, amelyet a klorofill képződéssel kapcsolatban tapasztaltunk. Az irodalomban ugyanis egybehangzóan a szerzők azt a megfigyelést közlik, hogy nemcsak a csíráképződéssel, hanem a klorofillképződéssel is arányosan fokozódik a burgonyagumó, illetve héjának szolanin-tartalma. Vizsgálataink ezzel szemben azt mutatták, hogy jóllehet a besugárzott burgonya szemmel láthatólag jobban megzöldült, tehát nagyobb klorofilltartalma volt, mint a besugárzatlan burgonyának, fokozott szolaninképződést nem lehet tapasztalni. Ebből, továbbá azokból a megfigyelésekből, hogy a csírák vége, a fénycsírák és a gumók csíra körüli részei tartalmazzák a legtöbb szolanint, arra lehet következtetni, hogy elsősorban a csírázással kapcsolatos klorofillképződés jelent párhuzamos szolaninképződést.

Összefoglalva tehát, előkísérletünkben megállapítottuk, hogy a kis dózisu besugárzást követő kereskedelmi jellegű tárolás során a burgonya szolaninképződése is gátolt. A kísérletek felvetik a kérdés további vizsgálatának szükségességét, elsősorban abból a célból, hogy a szolaninképződés adott körülmények közötti viszonyait jobban megismerhessük és élelmezésegészségügyi szempontból hasznosíthassuk.

Nem kis jelentőségű lenne azonban ezenfelül, ha az említett analitikai eljárás segítségével a látható csírázást megelőzően a besugárzással csírázást gátolt burgonya fényel provokált szolaninképződése alapján a várható tárolási viselkedésére vonatkozóan, továbbá a sugárhatás hatására nézve a kezelést követően viszonylag rövid idő alatt bírálatot lehetne adni.

I R O D A L O M

- (1) Bömer A., Mattis H.: Z.U.L.47, 97, 1924
- (2) Schick R., Klinowski, M.: Die Kartoffel. VEB. Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin 1961.
- (3) Sz. Dénes A.: Burgonyák szolanintartalmának összehasonlító vizsgálata. (Előadás) Elhangzott a II. Nemzetközi Mezőgazdasági Ipari Kongresszuson. Amsterdam. 1956. július. Ref.: Az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet 1956–1957. évi ÉVKÖNYV-e. 32. o.
- (4) Sachse J., Bachmann F.: Z. U. L. 141, 262, 1969.
- (5) Kuprianoff J., Lang K.: Strahlenkonservierung und Kontamination von Lebensmitteln. Damstadt 1960.

ОБРАЗОВАНИЕ СОЛАНИНА В КАРТОФЕЛЕ ОБЛУЧЕННОМ ИОНИЗАЦИОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ДОЗОЙ ТОРМОЗЯЩЕЙ ПРОРАСТАНИЕ

К. Линднер и Л. К. Сотьори

Авторы определяли содержание соланина на партиях картофеля облученных дозой 10 Крад от источника излучения Co^{60} , а также контрольные партии картофеля после хранения их при температуре $8^{\circ}C$ и после двухнедельного воздействия рассеянного света.

На основании результатов определили, что воздействие малых доз ионизирующего облучения (10 Крад) применяемого для торможения про-

растания картофеля, кроме повышения срока хранения и торможения прораствания, способствует и уменьшению содержания соланина в картофеле по сравнению с контрольными, а с точки зрения здравоохранения сохраняется под уровнем безопасности.

SOLANINBILDUNG VON MITTELS IONISIERENDER STRAHLUNG KEIMUNGSGEHEMMTEN KARTOFFELN

K. Lindner und K. Szotyori

Die Verfasser bestimmten den Solaningehalt von aus einer Strahlenquelle Co^{60} mit einer Dosis von 10 Krad behandelten, sowie Kontrollkartoffeln.

Aufgrund der Ergebnisse kann festgestellt werden, dass unter Einwirkung der zur Keimungshemmung der Kartoffeln angewendeten geringen ionisierenden Strahlendosen (10 Krad) – ausser Verlängerung der Lagerfähigkeit und ausser der Keimungshemmung – auch der Solaningehalt im Vergleich mit den Kontrollproben erheblich geringer ist und unter dem – von gesundheitlichem Standpunkte aus – entsprechenden Niveau gehalten werden kann.

SOLANINE FORMATION IN POTATOES TREATED WITH IONIZING RADIATION TO INHIBIT THEIR GERMINATION

K Lindner and K. Lindner-Szotyori

The solanine content of batches of potatoes treated with a ^{60}Co radiation source by a dose of 10 Krad and that of untreated controls was determined after storage at 8 °C and exposure to diffuse light for two weeks.

The results proved that on the effect of the low doses of ionizing radiations (10 Krad) applied for the inhibition of potato germination, in addition to the inhibition of germination and the lengthening of the storage period, also the solanine content of potatoes essentially decreased, and could be kept below a level quite safe from hygienic aspects.

LA FORMATION DE LA SOLANINE DANS LES POMMES DE TERRE SOUMISES À L'IRRADIATION IONISANTE AFIN D'INHIBER LA GERMINATION

K. Lindner et K. Szotyori

Les auteurs ont effectué le dosage de la teneur en solanine des pommes de terres irradiées d'une dose de 10 Krad d'une source de radiations Co^{60} , ainsi que des témoins non-irradiés après stockage à 8 °C suivi d'un traitement à lumière diffuse pendant deux semaines.

Les résultats permettent de conclure que les faibles doses de radiations ionisantes (10 Krad) employées afin d'inhiber la germination, non seulement augmentent la stockabilité et empêchent la germination, mais entraînent – comparé au témoin – une teneur beaucoup plus faible en solanine. Ainsi, l'irradiation permet de tenir la teneur en solanine sur un niveau qui ne dépasse pas la sécurité hygiénique.