

Glükóz és fruktóz rétegekromatográfiás meghatározása paradicsomban és paradicsomkészítményekben

SZÁRFÖLDINÉ SZALMA ILONA és KARDOS KLÁRA

Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet, Budapest

Érkezett: 1973. szeptember 12.

BEVEZETÉS

Az egyszerű cukrok rétegekromatográfiás meghatározására az irodalomban igen sok módszert találtunk. E módszerek segítségével végeztük előkísérleteinket a paradicsomban található egyszerű cukrok meghatározására. Az alkalmazott eljárások (1, 2, 3) során megállapítottuk, hogy a nyers paradicsomban és paradicsomkészítményekben a monoszaharidok közül csak glükóz és fruktóz van jelen. Az irodalomban megadott rétegekromatográfiás módszerek kipróbálása során azt tapasztaltuk, hogy azok legtöbbször, bár alkalmas annak megállapítására, hogy a vizsgálati mintánk mely monoszaharidokat tartalmazza, de a kis R_f -érték különbségek miatt mennyiségi értékeléshez nem megfelelőek. Ezért a továbbiakban az volt a célunk, hogy kidolgozzunk egy olyan rétegekromatográfiás módszert, amely alkalmas a két egyszerű cukor keverékének jó elválasztására és a komponensek mennyiségi értékelésére. Ezt a *Pastuska* (1) leírásában szereplő adszorbenssel és impregnáló anyaggal, valamint egy általunk összeállított futtatókeverék alkalmazásával értük el. A rétegen elválasztott cukrok előhívására az irodalomban ajánlott sokféle reagens közül módszerünkhöz a timol-kénsav reagenst találtuk a legalkalmasabbnak, mivel az ezzel történő bepermetezés tartós, határozott színű foltokat eredményez, és így a kromatogram esetleg denzitométeres kiértékelésre is alkalmas lehet. Mivel azonban a denzitométeres kiértékelés a gyakorlatban csak kevés helyen valósítható meg, a rétegekromatogramok mennyiségi kiértékelésére mi a vizuális kiértékelési módot alkalmaztuk (4).

A kidolgozott rétegekromatográfiás módszer szórásának megállapítására, valamint annak eldöntésére, hogy a rétegekromatográfiás úton kapott eredmények mennyire egyeznek a jelenleg használatos egyéb cukor-meghatározási eljárások eredményeivel, összehasonlító vizsgálatokat végeztünk. Ezeknél a vizsgálatoknál az összes cukortartalmat a rétegekromatográfiás módszer mellett a *Lane-Eynon* (5) módszerrel, a glükóztartalmat pedig a *Kiszel* és *Sándor* (6) által kidolgozott eljárással határoztuk meg.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A kísérletekhez felhasznált anyagok

- Nyers paradicsom: kereskedelmi átlagminta, 6,3% szárazanyagtartalmú
- Sűrített paradicsom: kereskedelemben vásárolt, $\frac{1}{10}$ -es dobozos, 28/30 ref%-os típus, 30,0 ref% szárazanyagtartalmú.

– Paradicsompör: a Kecskeméti Konzervgyárban NIRO porlasztvaszáritó berendezéssel elegyparadicsom sűrítmenyéből gyártott, 96,6% szárazanyag-tartalmú.

Glükóz- és fruktóz-tartalom rétegekromatográfiás meghatározása

Törzsoldatok készítése

A rétegekromatográfiás vizsgálatokhoz a paradicsomból, paradicsomkészítményekből, valamint az összehasonlító mennyiségi kiértékeléshez szükséges standard cukrokból piridines törzsoldatokat készítettünk.

A nyers paradicsomot turmixban homogenizáltuk, ebből a homogenizátumból 10 g-ot, sűrített paradicsomból 2,0 g-ot, paradicsomporból 0,7 g-ot mértünk be Stift-lombikba. Mindhárom mintát desztillált vízzel 200 cm³-re feltöltöttük és 1 órán át állni hagytuk. Ezután leszűrjük és a szűrletekből külön-külön 2 cm³-t piridinnel 25 cm³-re feltöltöttük.

A standard cukoroldatokhoz glükózból és fruktózból, külön-külön, 0,1 g-ot vízzel 100 cm³-re hígítottunk, ebből 2 cm³-t piridinnel 25 cm³-re feltöltöttünk; ez a törzsoldat 80 µg/cm³-es koncentrációjú volt.

Adsorbensként Kiesegel G-t használtunk. A réteglapok a következő módon készültek: 25 g Kiesegel G-t 54 cm³ 0,1 M bórsavoldattal kevertünk el, majd ebből a DESAGA-réteghúzó készülékkel 5 db 0,25 mm vastagságú réteget készítettünk. A szobahőmérsékleten megszáradt rétegeket 30 percig 105 °C-on aktiváltuk.

A minta rétegvitelének módja: Az előkészített réteglapokra mikropipettával, folt alakban vittük fel a vizsgálati minták, valamint a standard cukrok piridines törzsoldatait. Egy réteglapra változó sorrendben a mintából 3–3 foltot – 0,01 cm³ és 0,04 cm³ közötti mennyiségeket – a standard oldatok keverékéből szintén 3–3 foltot vittünk fel: glükózból 0,8 µg és 2,4 µg közötti mennyiségeket, fruktózból pedig 1,2 µg és 4,0 µg közötti mennyiségeket, a várható cukortartalom arányában.

Futtatókeverék: Etilacetát – 65%-os vizes i-propanol-oldat – benzol – ecetsav – metanol (32,5+17,5+10+10+30). Az oldószer-frontot a réteglap felső széléig futtatjuk, a kromatografálás ideje kb. 90 perc. Kromatografálás után a réteget levegőn, majd szárítószekrényben 105 °C-on 10–15 percig szárítjuk.

Előhívás: Timol-reagenssel, 0,5 g timolt 95 cm³ 96%-os etanolban oldunk, majd óvatosan hozzákeverünk 5 cm³ koncentrált kénsavat. Bepermetezés után a réteget 15–20 percig 120 °C-on kell hőkezelné. A glükóz és fruktóz foltja piros színnel jön elő, a háttér színe az előhívást követően kifehéredik.

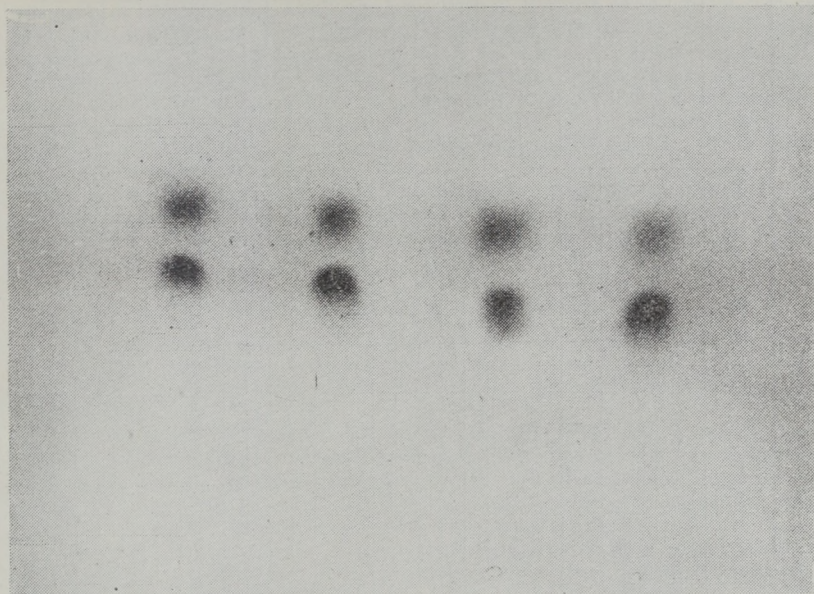
Az 1. ábra szemlélteti a leírt módszer szerint készült rétegekromatogramot. Számításaink alapján a fruktóz R_f-értéke 0,32, a glükózé 0,40.

A rétegekromatogramok mennyiségi értékelése

Előhívás után a mintából nyert foltok területét és színerősségét a standard foltokéhoz hasonlítva, azok hatóanyagtartalma vizuális úton megállapítható. Ha erre mód van, célszerű a bírálóat több – általában három – személlyel elvégeztetni. Egy-egy mintafolt hatóanyagtartalmát a három bíráló által becsült értékek átlaga adja meg.

Az összes cukor- és glükóz-tartalom meghatározása térfogatos módszerekkel

Az összes cukor-tartalom meghatározására elterjedten alkalmazott Lane-Eynon (5) eljárás részletes ismertetését nem tartjuk szükségesnek, ezért leírásunkban csak a Kiszél és Sándor (6) által kidolgozott, kevésbé ismert glükóz-meghatározást ismertetjük.



1. ábra. Glükóz, fruktóz modell-keverék és nyers paradicsomból elválasztott cukrok rétegkromatogramja

1., 3. startpontokon fruktóz-glükóz modell-keverék

2., 4. startpontokon nyers paradicsom

Alsó folt: fruktóz

Felső folt: glükóz

Réteg: 0,1 M borsav-oldattal impregnált Kieselgel G

Futtató: etilacetát + 65 %-os isopropanol + benzol + ecetsav + metanol (32,5 + 17,5 + 10 + 10 + 30)

Előhívó: timol-kénsav reagens

Szükséges vegyszerek

0,1 N jódoldat

0,1 N nátriumtioszulfát-oldat

1 N nátriumkarbonát-oldat

25 %-os kénsav

1 %-os keményítő oldat, mely telített konyhasóoldattal készül

Ólomacetát-oldat: 100 g ólomoxid és 300 g ólomacetát vízzel 500 cm³-re feltöltve

Dinátriumhidrogénfoszfát telített oldata.

A meghatározás módja: A darabos anyagokat bemérés előtt homogenizáljuk, a pépes anyagot vagy levét közvetlenül Stift-lombikba mérjük, desztillált vízzel jelig töltjük. Egy órán át állni hagyjuk, majd leszűrjük. A szűrlet alikvot részét 100 cm³-es mérőlombikba pipettázzuk, majd derítjük. Ezt először 5 cm³ ólomacetát, majd 10 perc állás után 10 cm³ telített dinátriumhidrogénfoszfát-oldatok hozzáadásával végezzük. Ezután a lombikot desztillált vízzel jelig töltjük. A

Cukortartalom-meghatározási módszerek összehasonlító vizsgálata

1. táblázat

Minta	Glükóz						Fruktóz						Glükóz + fruktóz			Összes redukáló cukor			
	rétegekromatográfias módszerrel bemérések s %			térfogatosszerű módszerrel bemérések s %			rétegekromatográfias módszerrel bemérések s %			térfogatosszerű módszerrel bemérések s %			rétegekromatográfias módszerrel bemérések s %			térfogatosszerű módszerrel bemérések s %			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Friss paradicsom		1,60 1,66	1,71 1,78	1,58 1,58	1,79 1,79 1,81	1,83 1,85 1,85	1,94 1,93 1,97	2,12 2,10	2,12 2,16	2,18 2,14	1,84	1,80	1,70	3,72 3,76	3,83 3,94	3,76 3,71	3,64 3,63 3,65	3,64 3,62 3,66	3,64 3,64 3,64
	\bar{x}	1,65			1,86			2,17			1,78			3,78			3,64		
	s	0,081			0,067			0,029			0,072			0,086			0,011		
	V %	4,91			3,60			1,34			4,04			2,27			0,30		
	F	1,44						6,50*						73,00***					
t ill. d	5,497***						9,039**						4,105***						
Sűrített paradicsom		9,69 8,86	8,74 8,20	9,03 9,11	9,67 9,54 9,54	7,99 7,55 8,62	8,17 8,08 8,34	9,64 9,41	9,15 9,44	9,15 9,10	8,69	10,24	10,08	19,28 18,27	17,89 17,64	18,18 18,21	18,28 18,27 18,26	18,29 18,29 18,30	18,27 18,28 18,28
	\bar{x}	8,94			8,61			9,31			9,67			18,25			18,28		
	s	0,488			0,783			0,215			0,852			0,560			0,012		
	V %	5,46			9,09			2,31			8,81			3,07			0,060		
	F	2,57						15,71**						3136***					
t	0,914						1,038						0,075						
Paradicsompor		24,43 26,29	26,83 25,44	25,62 24,94	31,41 30,21 29,91	29,31 30,21 30,21	30,21 31,41 31,41	23,60 24,33	25,44 23,78	24,17 23,92	33,96	33,90	33,45	48,03 50,61	51,77 49,32	49,78 48,86	65,10 63,24 65,14	65,06 63,20 63,16	65,10 65,06 63,24
	\bar{x}	25,59			30,48			24,21			33,77			49,80			64,24		
	s	0,874			0,757			0,659			0,279			1,323			0,993		
	V %	3,41			2,48			2,72			0,83			2,66			1,54		
	F	1,33						5,58						1,77					
t	11,54***						23,44***						24,23***						

* t ill. $F \cong$ t ill. $F_{0,5}$,** t ill. $F \cong$ t ill. $F_{0,01}$,*** t ill. $F \cong$ t ill. $F_{0,001}$

mintából a bemérést úgy kell elvégezni, hogy a derített oldat glükóz-tartalma 400–500 mg/100 cm³ között legyen. A derített oldatból 20 cm³-t jódszám-lombikba mérünk. Hozzáadunk 20 cm³ 0,1 N jóddatot és 15 cm³ 1 N nátrium-karbonátoldatot. 20 percig sötétben állni hagyjuk. Ezután 15 cm³ 25%-os kénsavval megsavanyítjuk és a jódfelesleget keményítő indikátor jelenlétében 0,1 N nátriumtioszulfáttal titráljuk. Azonos körülmények között vakpróbát is készí-tünk olyan módon, hogy itt a vizsgálandó oldat helyett desztillált vizet adunk a reakció-keverékhez.

1 cm³ 0,1 N jóddatnak 9 mg glükóz felel meg. A vakpróbánál és a meghatá-rozásnál fogyott jód cm³-ek különbségét 9-cel szorozzuk és a kapott értéket a bemérés és a hígítások figyelembevételével az eredeti vizsgálandó anyagra számítjuk át.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Az általunk kidolgozott rétegekromatográfiás, valamint az ismertett titrimetriás cukormeghatározási módszerekkel összehasonlító vizsgálatokat végeztünk. Ezeket a vizsgálatokat mindhárom paradicsomkészítménnyel el- végeztük.

A titrimetriás módszerhez minden vizsgálati mintából 3 bemérést és egy beméréséből 3 párhuzamos titrálást végeztünk. A rétegekromatográfiás módszerhez vizsgálati mintánként ugyancsak 3 bemérést és bemérésenként 2 párhuzamos rétegekromatogramot készítettünk. A vizsgálatok eredményeit a kapott átlag-, szórás- és szórásszázalék-értékeket az 1. táblázat tartalmazza.

A rétegekromatográfiásan meghatározott glükóz + fruktóz átlagértékei és a térfogatos úton mért összes redukáló cukor átlagértékei a friss paradicsom és paradicsomsűrítmény esetében közel esnek egymáshoz, viszont a glükóz és fruktóz aránya a sűrítmény kivételével eltérést mutatott. A glükóz és fruktóz arányában a kétféle módszerrel tapasztalt eltéréseket a következőkkel magya- rázzuk.

A térfogatos módszernél a glükóz és összes redukáló cukor mennyiségét köz- vetlenül mérjük, de más-más módszerrel. A fruktóz mennyiségét pedig az összes redukáló cukorra ill. a glükóz-tartalomra kapott értékek különbsége adja. Így az a kétféle térfogatos meghatározási módszer hibáját is magában foglalja. Mivel a kétféle térfogatos meghatározáshoz különböző hígítású törzsolatokat kell készíteni, ezért egy-egy beméréshez a legpontosabban csak úgy adhatjuk meg a fruktóz-tartalmat, ha azt a glükóz és az összes redukáló cukor meghatározásaira végzett párhuzamosak átlagából számítjuk. Rétegekromatográfiásan a glükóz és fruktóz mennyiségét azonos módszerrel, ugyanazon a réteglapon határozzuk meg, így – szemben a térfogatos meghatározási módszerekkel – kevesebb a hiba- forrás. Amennyiben a minta csak glükózt és fruktózt tartalmaz, úgy az összes redukáló cukor mennyiségét a kettő összege adja.

A paradicsompör vizsgálata során a térfogatos és rétegekromatográfiás módszerrel kapott eredmények nagyobb eltérést mutattak. Ez abból adódott, hogy a paradicsompör rétegekromatográfiás vizsgálatánál a glükóz és fruktóz mellett még egy újabb folt megjelenését is tapasztaltuk. Ez az általunk nem azonosított cukorfeleség valószínűleg a paradicsompör feldolgozása során kelet- kezik és azt a térfogatos meghatározási módszernél a glükózzal ill. az összes redukáló cukorral együtt mérjük. Ezzel magyarázható, hogy a térfogatos mód- szerrel meghatározott összes redukáló cukor mennyisége nagyobb volt, mint a rétegekromatográfiásan mért glükóz + fruktóz együttes mennyisége.

A táblázatban közölt százalékos szórásértékek mind a rétegekromatográfiás módszernél, mind a térfogatos módszernél az analitikai gyakorlatban elfogadott hibahatárok közé esnek.

Elvégeztük a kétféle módszerrel meghatározott cukortartalom-értékek statisztikai vizsgálatát is. A statisztikai próbák eredményei a vizsgált cukrok esetében, mintánként a következő módon alakultak.

A szórások megegyezőségét vizsgáló F-próba a fruktóztartalom esetén a friss paradicsomnál és paradicsomsűrítménynél szignifikáns eltérést mutatott, amelyet a térfogatos módszer nagy szórásértékei okoznak, és ez a már leírt térfogatos fruktóz-meghatározás hibáiból ered.

Szignifikáns eltérést kaptunk az összes redukáló cukor-tartalom esetében is a szórásértékek között, ez viszont azt mutatja, hogy a friss és sűrített paradicsomnál a térfogatos módszerrel az összes redukáló cukor pontosabban határozható meg. A paradicsompornál már a két módszer szórása nem mutatott szignifikáns eltérést egymástól.

A kétféle cukor-meghatározási módszerrel kapott átlagértékeket összehasonlító t-próbák, illetve abban az esetben, ahol az F-próbák igen szignifikánsan különböztek, a d-próbák is, a legtöbb esetben szignifikáns különbséget mutattak, ami részben a térfogatos módszer kis szórásértékeivel, részben a térfogatos módszer már korábban említett fogyatékoságaival (számított fruktóz-érték) ill. a rétegekromatográfiai módszernél a számított glükóz + fruktóz-értékkel magyarázható.

Mindezek alapján megállapítható, hogy ha a vizsgálat célja az összes redukáló cukor-tartalom meghatározása, akkor célszerű a vizsgálatot a térfogatos Lane-Eynon-módszerrel végezni, ha azonban a minta glükóz, fruktóz-tartalmát ill. ezek arányát kívánjuk pontosan meghatározni, akkor a rétegekromatográfiai módszer használata előnyösebb.

I R O D A L O M

- (1) *Pastuska, G.*: Z. Analyt. Chem. 179, 427, 1961.
- (2) *Stahl, E.*: Dünnschicht-Chromatographie, 769–798. Springer Verlag, Berlin–Heidelberg–New York, 1967.
- (3) *Pifferi, P. G.*: Anal. Chem. 37, 925, 1965.
- (4) *Blazovich M., Petró M., és Nonn H.*: Kísérletügyi Közlemények, LXII/E. Élelmiszeripar 1–3. 1969.
- (5) GOSzT 559 és Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Assoc. of Agric. Chemists, Washington 1960. 426 p.
- (6) *Kiszel M. és Sándor A.*: Konzerv- és Paprikaipar, 1962, (3), 87.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ И ФРУКТОЗЫ В ПОМИДОРАХ И В ТОМАТНЫХ ИЗДЕЛИЯХ МЕТОДОМ СЛОИСТОЙ В ТОМАТНЫХ ИЗДЕЛИЯХ МЕТОДОМ СЛОИСТОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Сарфёльдинэ, Салма И. и Кардош К.

Авторы разработали метод слоистой хроматографии для количественного определения содержания глюкозы и фруктозы в помидорах и в томатных изделиях. В качестве адсорбента применяли Кисельгель Г импрегнированного раствором 0,1 М борной кислоты, для наводки применяли смесь этилацетата – 65% изопропанол – бензол – уксусная кислота – метанол (32,5 + 17,5 + 10 + 10 + 30). Для проявления отделенного сахара считали самым подходящим реагент тимолсерной кислоты.

Проводили сравнительные испытания волномитрическим методом. Установили, что метод слоистой хроматографии удобный для отделения двух сахарных смесей и для количественной оценки компонентов.

DÜNNSCHICHTCHROMATOGRAPHISCHE BESTIMMUNG VON GLUKOSE UND FRUKTOSE IN TOMATEN UND TOMATENPRODUKTEN

I. Szárföldi Szalma und K. Kardos

Die Verfasserinnen arbeiteten eine dünn-schichtchromatographische Methode zur quantitativen Bestimmung des Glukose- und Fruktosegehaltes von Tomaten und Tomatenprodukten aus. Als Adsorbent wurde ein mit 0,1 M Borsäurelösung imprägniertes Gieselgel-G, als Laufmittel eine Mischung von Äthylacetat-65% Isopropanol-Benzol-Essig-Säure-Methanol (32,5+17,5+10+10+30) verwendet, zur Entwicklung der getrennten Zucker fanden sie Thymolschwefelsäure am geeignetsten. Sie stellten fest, dass sich ihre dünn-schichtchromatographische Methode zur Trennung des Gemisches der beiden Zucker und zur quantitativen Bewertung der Komponenten eignet.

DETERMINATION OF GLUCOSE AND FRUCTOSE BY THIN LAYER CHROMATOGRAPHY IN TOMATOES AND TOMATO PRODUCTS

I. Szárföldi - Szalma and K. Kardos

A thin layer chromatographic method was developed for the quantitative determination of glucose and fructose in tomatoes and tomato products. Kiesegel G impregnated with a 0.1 M solution of boric acid served as adsorbent and a 32.5+17.5+10+10+30 mixture of ethyl acetate: 65% isopropanol: benzene: acetic acid: methanol as running agent. For the development of the separated sugars thymol-sulfuric acid proved to be the most suitable reagent. Also comparison tests were made with volumetric methods. It was found that the developed procedure of thin layer chromatography is suitable for the separation of the mentioned two sugars and for the quantitative evaluation of the components.

DOSAGE, PAR CHROMATOGRAPHIE EN COUCHES MINCES, DU GLUCOSE ET DU FRUCTOSE DANS DES TOMATES ET DES PRODUITS DE TOMATES

I. Szárföldi - Szalma et K. Kardos

Les auteurs ont développé une méthode de chromatographie en couches minces pour doser la teneur en glucose et en fructose des tomates et des produits de tomates. En tant qu'adsorbant on se servait d'une couche de Kiesegel G imprégnée d'une solution 0,1 M d'acide borique. On utilisait le mélange (32,5+17,5+10+10+30) d'acétate éthylique - 65 p. c. isopropanol-benzol-acide acétique-méthanol comme solvant. Pour déceler les sucres séparés le réactif de thymol-acide sulfurique s'avérait le plus approprié.

On a effectué également des examens comparatifs avec les méthodes titrimétriques. On a établi que la méthode à chromatographie en couches minces se prêtait tant à la séparation des deux sucres, comme au dosage des deux composants.

BOUDENE Cl., FERRANDO R.:

A cyclamátok toxikológiája

Toxicologie des cyclamates)

Ann. Hyg. Langues. Francaises 7, (5, 1972.

A cyclamátokat 1944-ben állították elő, mint mesterséges édesítőszer, 1950–1969-ig a fogyasztásuk az USA-ban évi 5 millió fontról 17 millióra emelkedett s rövidesen eléri a 30 milliót.

A toxikológiai vizsgálatok során kiderült, hogy a cyclamátok LD-50 értéke patkányon 12 g/Testsúly Kg, a cyclohexaminé (bomlástermék) 100–200 mg/Kg patkányon és kutyán. 3% cyclamat jelenléte az ételekben rendszeres fogyasztás esetén patkányokon növekedési és szaporodási zavarokat, nemi szervek fejlődés visszamaradását, magzati halálozást okoz, nyulakon májkárosodást véralvadási zavarokat, egereken növekedési visszamaradást és elhullást, tengeri malacon élettartam csökkenést, tyúkembriókon daganatokat okoz. Emberen okozhat hasmenést, photosensibilizációt. Kedvezőtlen hatású a soványító étrendekben, fokozza a vízfelvételt s ezzel súlygyarapodást idéz elő.

Patkányon és egéren húgyhólyagrákot okozott. Francia adatok szerint mérsékelt teratogen hatású, 10–15-szörös adagban, mint amennyit az USA-ban emberek fogyasztanak. Egyébként 1944–1967 között az USA-ban a hólyagrák aránya nem emelkedett, bár a teratogen hatás értékeléséhez hosszabb időre lesz szükség. (Feltéhetőleg az emberi vizsgálati adatok a döntők, túl sok vegyszerre ráfogták már állatkísérletek alapján, hogy daganatot okoz. A ref.). Egyes nézetek szerint emberen napi 144 g cyclamat idézne elő csak rákot. 3–5 g

fogyasztása naponta *Gounelle* szerint veszélytelen.

Franciaországban a cyclamátok alkalmazása tilos, Angliában naponta 50/mg/testsúlyKg a javasolt, az NSZK-ban *Göttinger* 200 mg-t javasol, *Bormann* 2,5–3 g-t naponta.

Nikodemusz I. (Budapest)

MILLER G. J., FOX J. H.:

Klórozott szénhidrogén növényvédőszer maradékok anyatejben Queensland tartományban

(Chlorinated hydrocarbon pesticide residues in Queensland human milk)

Med. J. Austral, 11, 261, 1973.

A szerzők városi és falusi környezetből (Brisbane és vidéke) származó 40 anyatej mintát vizsgáltak meg klórozott szénhidrogén tartalmú növényvédőszer maradékaira. Aránylag magas koncentrációban találtak DDT-t és bomlástermékeit, Dieldrint és Hexachlorbenzolt; különösen a Dieldrin mennyiség haladta meg az eltűrt értékhatárokat. DDT és HCB szempontjából jelentős különbségek voltak tapasztalhatók a városi és falusi környezetek között, a Dieldrin mennyiségek számottevő különbséget nem mutattak eredetüktől függően.

Szerzők megállapítják, hogy a természetes táplált csecsemőkre a magas értékek nem károsak s ezért a szennyeződést csökkenteni kellene a FAO–WHO által megállapított határokig. Ennek egyik formája a tehéntejben levő növényvédőszer maradékok csökkentése, mert ezek is az engedélyezett határok fölött vannak.

Nikodemusz I. (Budapest)