

## Kapszicidin, a paprika új, szteránvázis alkotórésze\*

G Á L I L O N A E M M A

Budapest Főváros Vegyészeti és Élelmiszervizsgáló Intézete

Érkezett: 1966. június 2.

Hazai fűszerpaprikából néhány évvel ezelőtt (1963) új alkotórészt sikerült izolálnunk, amelyet antibiotikus sajátosságai miatt kapszicidin-nak (capsicidin) neveztem el (1). Ez az antibiotikus aktivitás – agardiffúziós módszerrel követve – jó indikátornak bizonyult a hatóanyag izolálása, részben kémiai összetétele (2), előfordulási körülményei és egyes tulajdonságai (3) felderítése során.

Alábbiakban röviden beszámolok vonatkozó kísérleteinkről és a főbb eredményekről.

Intézetünkben egy nagyobb munka keretében került sor néhány hazai növény fitoncidhatásának tanulmányozására, többek között a paprikáéra is. A paprika (*Capsicum annuum* L.) termésének antibiotikus hatását (baktériumokra) – mint ismeretes – *Jordanoff* fedezte fel 1927-ben (4), majd több kutató is vizsgálta a hatást, élelmiszeripari szempontból elsősorban *Rogacseva* (5), a hatóanyag izolálásával azonban egyik sem foglalkozott.

*Előkísérleteim* során megállapítottam, hogy fűszerpaprikaőrlemények élesztőkre fejtik ki a legnagyobb gátló hatást. A hatás jellegét az 1. ábra szemlélteti.

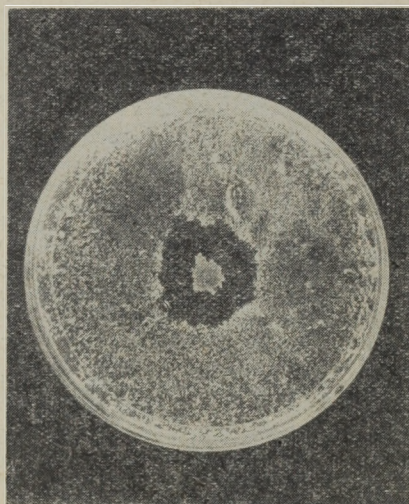
Az ábrán látható tápagarlemez *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* T<sub>22</sub> teszt törzssel oltott. Ez a törzs ugyanis – különösen húslé alapú standard agarra oltva – rendkívül érzékeny a kapszicidin hatására és így *aktivitás-indikátorként* használható. A lemez közepére helyezett őrlemény körül megfigyelhető a gátlási zóna.

A hatóanyag *izolását* az őrleményekből különböző oldószerekkel kíséreltem meg. Az aktív anyag hideg vízzel kioldható volt, ami eleve kizárta annak lehetőségét, hogy a paprika csipősségét okozó alkotórészeivel, a kapszaicinnal azonos.

A hatóanyag különböző adszorbensekkel (pl. talkum, kovaföld) dúsítható volt és azokból etilalkohollal eluálható. A főlös oldószert elpárologtatásával sárgás-fehér színű, fanyar ízű, szilárd halmazállapotú nyerstermékhez jutottam. A nyerstermék vizes oldata összerázva erősen habzott. A hatóanyag oldotta a vörös vértesteket, vagyis hemolizált. A hemolízis koleszterin hozzáadásával megszüntethető és xilolos közegben, forralással újra visszaállítható volt. Ezek a sajátosságok együttesen a hatóanyag *szaponin* jellegét bizonyították. – Aktivitás-indikátorommal megállapítottam, hogy a hemolizáló hatással együtt változik az élesztő szaporodását gátló hatás is.

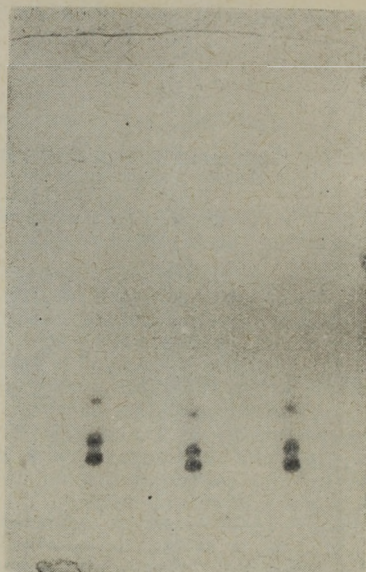
A kapszicidin tisztítását egy – más szaponinoknál bevált, specifikus eljárással végeztem, amelynek főbb fázisai: koleszterid – komplex leéltése és annak bontása xilolos közegben, a xilol eltávolítása éterral, a visszamaradó hatóanyag feloldása 95%-os etilalkoholban, majd lecsapása éterral, az oldást és lecsapást többször megismételve. Ilyen módon csekély mennyiségű, 0,02 – 0,03% amorf állapotú, tisztított kapszicidin-készítményhez jutottam a légszáraz fűszerpaprikaőrleményre vonatkoztatva.

\* A Hauptjahrestagung, lebensmittelchemische Veranstaltung der Chemischen Gesellschaft, Leipzig, 1966. nov. 2 – 5-re készült előadás.



1. ábra

Édesnemes fűszerpaprikaőrlemény gátlási zónája aktivitásindikátoron (*Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* T<sub>29</sub> tesztörzssel oltott húslé alapú standard agaron, pH 7,2)



2. ábra

A kapszicidin szaponinkomponensei (háromszoros ismétlésben). Felülről lefelé: kapszicidin A, B, C. Szilikagél-G vékonyréteg. Futtatószer: kloroform-metanol-víz 65:35:10 alsó fázisa. Előhívás kénsavval. Futtatási idő 45 perc

A kémiai összetétel vizsgálatának keretében 3 főkérdéssel foglalkoztam:

1. Egységes vegyület-e a kapszicidin,
2. Milyen cukorkomponenseket tartalmaz a glikozid,
3. Milyen jellegű az aglikon frakció.

1. Az egységesség vizsgálatára azért volt szükség, mert a növényi szervekben gyakran több szaponin keveréke fordul elő.

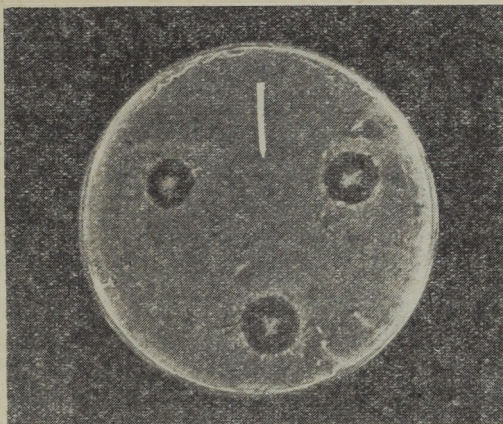
A kérdés eldöntésére *vékonyréteg-kromatográfiát* alkalmaztam, *Kawasaki és Miyahara* szteroid-szaponinok elválasztására kidolgozott előírásai alapján (6). A lemezeket *Kovács, Kiss és Gyarmati* szerint (7) készítettem, a bevonáshoz szilikagél G (Merck) készítményt használtam. A szaponint – az előírásnak megfelelően – kloroform-metanol 1:1 arányú keverékében oldva vittem fel a startvonalra, a kromatogramot kénsavas permetezéssel hívtam elő. A szerzőktől megadott 4 futtatószer közül a kloroform-metanol-víz 65:35:10 elegyének alsó fázisa bizonyult legjobbnak (2. ábra).

Az ábrából látható, hogy a *kapszicidin* nem egységes vegyület, hanem *keverék*, amely 3 komponensre vált szét; ezeket – a növekvő polaritás sorrendjében – ideiglenesen (azonosításukig) kapszicidin A, B és C-vel jelöltem. A 3 komponenst a japán szerzők két másik futtatószerre (vízzel telített butanol és butanol-jégecet-víz 4:1:5) is szétválasztotta, a negyedik (kloroform-metanol 80:20) nem volt alkalmas elválasztásukra.



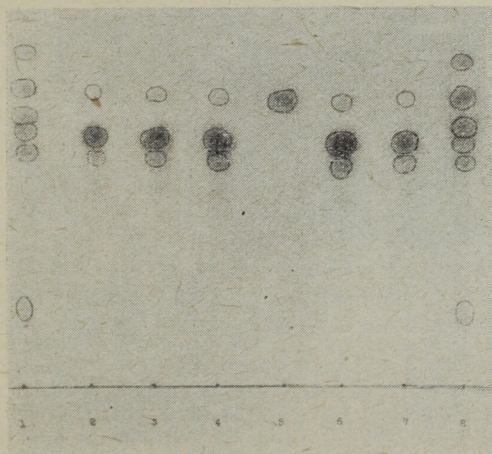
3. ábra

Kapszicidin A, B és C anti-  
biotikus hatása aktivitásindiká-  
toron



4. ábra

A kapszicidin cukorkomponen-  
sei. Összehasonlító cukrok 1. és  
8. felülről lefelé: ramnóz, xilóz,  
arabinóz, glükóz, galaktóz és  
galakturonsav, 5. xilóz. 2., 3.,  
4., 6. és 7.: Kapszicidin hidrolizátum cukorfrakciója. Schleicher-Schüll 2043 b papír.  
Futtatószer: butanol-píridin-  
víz 6:4:3. Előhívás anilinfaltal.  
Futtatási idő 21 óra

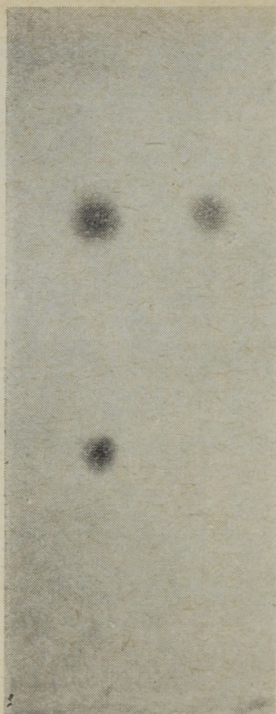


A komponensek antibiotikus hatásának vizsgálatára a kromatogramokból a három foltot – előhívásuk előtt – kikapartam és aktivitás-indikátoromra helyeztem (3. ábra).

Az ábrából látható, hogy a kapszicidin A, B és C külön-külön is antibiotikus hatású.

A kapszicidin cukor- és aglikon (szapogenin) frakciójának vizsgálatához szükséges hidrolízist előkísérleteim alapján úgy végeztem, hogy a szaponin 0,2 n sósavval készült oldatát leforrasztott ampullákban glicerinfürdőben 135 C°-ra hevítettem, majd a fűtést kikapcsolva lehűlni engedtem a rendszert. Az így nyert hidrolizátum csapadékos folyadék, amelynek oldott része tartalmazza a cukrokat, a csapadék pedig a szapogenineket.

2. A cukorfrakciót felszálló, nyújtott papírkromatográfiával, több szokványos futtatószerrel vizsgáltam; ezek közül a butanol-píridin-víz 6:4:3 felelt meg a legjobban. Összehasonlításul ismert cukrokat is futtattam a papíron (4. ábra).



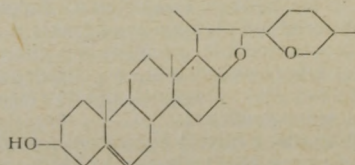
5. ábra

A kapszicidin szapogenin-komponensei. A kromatogram bal oldalán: kapszicidin hidrolizátum geninfrakciója, jobb oldalán tiszta dioszgenin. Szilikagél-G vékonyréteg. Futtatószer: kloroform-aceton 8:2. Előhívás kénsavval. Futtatási idő: 30 perc

Az ábrából látható, hogy a kapszicidin cukorkomponensei a *glükóz*, *galaktóz* és *xilóz*. Ezek más szaponinoknak is leggyakoribb cukoralkatrészei.

3. A *szapogenin-frakciót vékonyrétegekromatográfiával* vizsgáltam. Szilikagél-G rétegen futtattam, részben saját összeállítású, részben *Takedától* ajánlott oldószerkezelettel (8), kénsavas előhívás mellett. A frakció minden esetben két komponensre vált szét, az egyik  $R_f$  értéke mindig azonos volt a lemezen összehasonlításként futtatott dioszgeninével. A legjobb elválasztást kloroform-aceton 8:2 elegyével értem el. Az ezzel kapott kromatogramot az 5. ábra szemlélteti.

Ismeretes, hogy a szteránvázat tartalmazó, telítetlen dioszgenin egyik legértékesebb szapogenin, amelyet a gyógyszeripar világszerte kiinduló anyagként használ szteroid hormonok félszintézissel való előállításához.



A dioszgenin szerkezeti képlete





Összehasonlító, tiszta dioszgeninkészítmény birtokában ezért további kísérleteket folytattam az azonosítás érdekében: Mindenekelőtt *Czeglédi – Jankó* előírása szerint készített szilikagél-G *vastagrétegen* (9) a geninfrakcióból mikroanalízisa alkalmas mennyiségeket választottam szét komponenseire. Kioldás és hígított etilalkoholból való többszöri átkristályosítás után meghatároztam a dioszgeninre gyanús alkatrész Op-ját, infravörös szinképet vettünk fel, továbbá egy *Markertől* megadott receptúra szerint acetiláltam (10), majd szilikagél-G vékonyrétegen futtattam tiszta kloroformban, az ugyancsak acetilált dioszgeninkészítménnyel együtt.

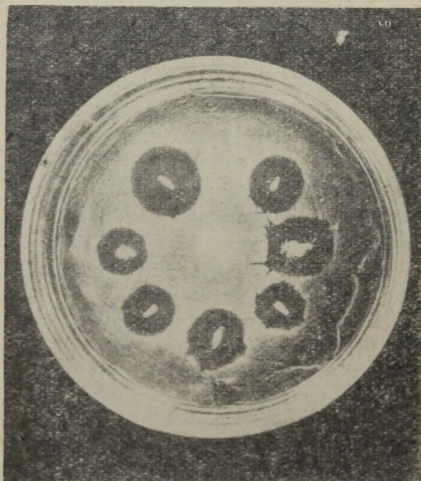
A felsorolt vizsgálatok eredményei alátámasztották az ismeretlen szapogenin dioszgenin-jellegére vonatkozó feltételezést; az IR spektrum a *dioszgeninnel analóg szerkezetet* kétségtelenül bizonyította. (6. és 7. ábra).

A másik genin – IR spektruma alapján – telített szteránvázis szapogennek bizonyult. Ennek azonosítása későbbi feladat lesz.

A további munka során a kapszicidin *előfordulási körülményeit* tanulmányoztuk az aktivitás-indikátorral, különböző fajtájú paprika-növényekben és különböző vegetációs időszakokban. Ezekre a vizsgálatokra azért volt szükség, hogy megállapíthassuk, felfedhetők-e olyan nyersanyagforrások, amelyekből a kapszicidin, vagy ipari jelentőségű komponensei gazdaságosabban állíthatók elő, mint a fűszerpaprika-őrleményekből.

Kapszicidintól eredő aktivitást sikerült kimutatnunk valamennyi vizsgált fajta *érett magvaiban* és az idősebb növények *gyökérzetében*, különösen a gyökérkéregben (8. és 9. ábra).

Ezeknek a növényrészeknek vizes kivonataiból, sósavas hidrolizissal, autoklávban nagyobb mennyiségben közvetlenül is előállítható volt a kapszicidin szapogenin-frakciója.



8. ábra

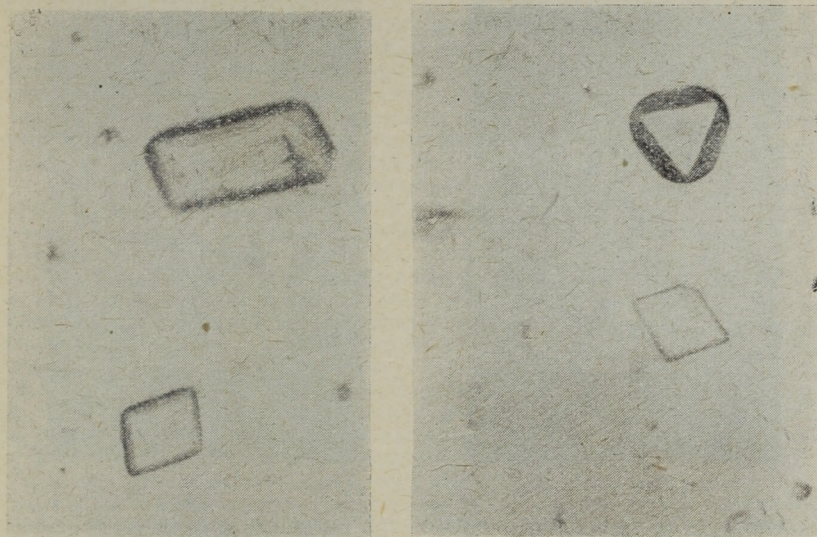
Különböző fajta átvágott paprika-vetőmagvak gátlási zónái aktivitásindikátoron. Középen: Egész állapotú vetőmag, gátlási zóna nélkül



9. ábra

Paprika-gyökerek gátlási zónái aktivitásindikátoron. A gátlási zóna nélküli gyökérdarab hántolt





10. ábra

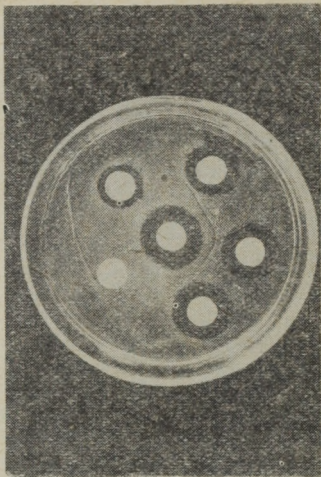
Aktív kapszicidin-kristályok mikroszkópos képe. Nagyítás 1:40

A vizes kivonatok vizsgálata arra az érdekes eredményre vezetett, hogy az őrölt paprikamagvak – tejszerű külsejű – kivonataiban a kapszicidin nem vízben oldva, hanem a – zavarosságot okozó – szemcsékbe, a tartalékfehérje- vagy más néven *aleuronszemcsékbe* zárva, *oldhatatlan* állapotban van jelen. Ennek a megállapításnak tudományos érdekességet kölcsönöz az a tény, hogy a szakirodalomban – legjobb tudomásom szerint – mindezekig nem jelent meg közlemény antibiotikus hatású aleuronszemcsékről.

Az aleuronszemcsékbe zárt aktív, oldhatatlan kapszicidin abban is különbözik az oldott állapotú kapszicidintól, hogy koleszterinnel nem alkot inaktív komplexvegyületet és csak ha valami módon, pl. homokkal mozsárban összedörzsölve feltárjuk az aleuronszuszpenzió szemcséit, inaktiválódik koleszterin hozzáadására.

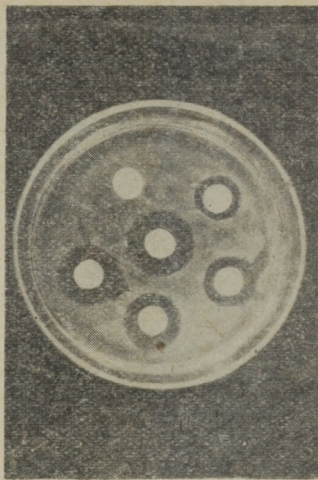
*Gyökerek* hidegvizes kivonata az aktív kapszicidint *oldott* alakban tartalmazza; az oldat beszáradásakor a hatóanyag *kristályos* állapotban válik ki. Az aktív kapszicidinkristályok több mm nagyságúak is lehetnek, vízben kitűnően oldódnak és optikailag anizotrópok. Néhány alakzat mikroszkópos képét szemlélteti a 10. ábra.

Befejezésül a kapszicidinnak egy sajátos, merőben újszerű tulajdonságáról számolnék be: Ez abban áll, hogy a *kapszicidin érzékenysége* bizonyos külső behatások iránt *az idő függvényében csökken*. Hidegvizes növénykivonatokban levő kapszicidin függetlenül attól, hogy oldott állapotban van-e jelen, vagy oldhatatlanul, az aleuronszemcsékbe zártan – a kivonás pillanatában alkalmazott hőkezelésre, vagy pH változásra inaktiválódik. A vizes kivonat ezt az érzékenységét állás közben fokozatosan elveszti, a rendszer *stabilizálódik* és



11. ábra

*Kapszicidin – hőkezeléssel rögzített – stabilizációs folyamata, aktivitás-indikátoron. Középen: Kezeletlen aleuronszuszpenzió. A gátlási zóna nélküli papírkorong a kivonás után azonnal hőkezelt, tőle jobbra sorban a többi 15, 30, 60 és 120 perc állásidő után hőkezelt aleuronszuszpenziót tartalmaz*



12. ábra

*Kapszicidin – savkezeléssel rögzített – stabilizációs folyamata aktivitás-indikátoron. Középen: kezeletlen aleuronszuszpenzió. A gátlási zóna nélküli papírkorong a kivonás után azonnal savkezelt, tőle jobbra sorban a többi 15, 30, 60 és 120 perc állásidő után savkezelt aleuronszuszpenziót tartalmaz*

másfél-két órán túl ugyanazokra a külső behatásokra már nem inaktíválódik, hanem aktív marad.

A 11. ábra ezt a – hőkezeléssel rögzített – stabilizációs folyamatot mutatja be.

Az ábrán látható aktivitás-indikátorra helyezett (9 mm átmérőjű) szűrőpapírkorongok mindegyikére 0,01 ml kapszicidintartalmú kivonatot vittünk fel. A kivonat aleuronszuszpenzió volt, amely úgy készült, hogy 1 rész finomra őrölt paprika-vetőmághoz 10 rész deszt. vizet adtunk, 1 percig kézzel erősen ráztuk és azonnal átszűrőkü vattán. A (tejszerű) szűrletből egyenlő térfogatokat (5 ml) vittünk kémcsövekbe és az első kémcsövet azonnal (2 percen belül) öt percre forrásban levő vízfürdőbe állítottuk, a többit 15, 30, 60 és 120 perc (szobahőmérsékleten való) állás után hőkezeltük ugyanúgy.

Amint az ábrából látható, az azonnal hőkezelt kivonat nem adott gátlási zónát, tőle jobbra sorban a többi, növekvő állásidővel növekvő gátlási zónát adott. A 2 óra után hőkezelt oldat már stabilizálódott, gátlási zónájának átmérője elérte az oltott lemez közepén elhelyezett, kezeletlen vakpróba gátlási zónájának átmérőjét.

Teljesen *azonos* képet kapunk akkor is, ha hőkezelés helyett a szuszpenziókat a leírt időközökben ásványi savakkal *megsavanyítjuk* úgy, hogy az oldat a savra 0,1 n legyen. (12. ábra).

Növekvő állásidők utáni *lúgosítással* (alkálilúgokkal, 0,1 n-ra) is megfigyelhető volt a stabilizációs folyamat, azzal a különbséggel, hogy a gátlási zónák ilyenkor gyorsabban növekedtek, ami valószínűleg a tesztörzs fokozott érzékenységre vezethető vissza lúgos közegben.



Az észlelt különös jelenségek magyarázatára egyelőre csak feltevésekre támaszkodhatunk:

Egyik kísérleti eredményünk szerint a hőkezeléssel inaktíválódott kapszicidin-kivonatok nem is hemolizálnak. Minthogy jelenlegi ismereteink szerint valamely szaponin hemolizálóképességének elvesztése koleszterinnel, egyéb szterinekkel vagy -OH tartalmú vegyületekkel létesült komplex képződésére vezethető vissza, feltételezhető, hogy a hőkezelés inaktíválódás is *komplexxképződésen alapszik*, vagy legalábbis ez a lehetőség nem zárható ki. (Sav- és lúgkezeléses inaktíválódásra is vonatkozik ez a feltételezés).

Az inaktív komplexvegyület létesülhetne p. a kapszicidin és valamely állandó, -OH tartalmú kísérőanyaga között; persze nehéz olyan állandó kísérőanyagot elképzelni, amely a mag oldhatatlan aleuronszemcséiben éppúgy jelen van, mint a gyökér vizes kivonataiban, oldott állapotban.

Véleményem szerint valószínűbb a feltevés, hogy a *kapszicidin komponensei* vizes közegben azonnali hevítéskor, vagy pH-változtatáskor *egymással alkotnak komplexvegyületet* és ilyenkor mikrobicid csoportjaik kölcsönösen lekötıdnek. Hidegvizes semleges oldatokban való állás közben a víz elemeinek, esetleg a H és OH ionoknak egyidejű megkötése, vagy más változás révén a molekulák körül *védőburok* alakul ki, az asszociációs képesség fokozatosan elvész, a rendszer stabilizálódik. Magasabb hőmérsékleten ez a védőburok nem tud kialakulni, úgyszintén olyan savanyú, vagy lúgos közegben sem, amelyben a H és OH ionok aránya jelentős mértékben eltolódott (0,1 n koncentrációk).

Ennek a hipotézisnek igazolása vagy megcáfolása későbbi feladat lesz.

Ezúton is hálás köszönetemet fejezem ki dr. Vajda Ödönnek, Intézetünk igazgatójának munkám támogatásáért dr. Bite Pál tudományos osztályvezetőnek (Gyógyszeripari Kutató Intézet) az összehasonlító dioszgenin készítményért és Ruff Ferenc kollégának (Eötvös Loránd Tudományegyetem Szerveskémiai Intézet) az infravörös spektrumok felvételéért és értékeléséért.

#### I R O D A L O M

- (1) Gál, I.: ZUL 124, 333, 1964.
- (2) Gál, I. E.: ZUL, megjelenés alatt.
- (3) Gál, I. E.: Experientia, 21, 383, 1965.
- (4) Jordanoff, M.: Jahresber. d. Univ. Sofia Vet-Med. Fakultät 3, 55, 1927.
- (5) Rogaceva, A. I.: Fitoncidi i ih ispol'zovanie v konzervnoj promüslennosztii. Piscsepromizdat, Moszkva, 1956.
- (6) Kawasaki, T., Miyahara, K.: Chem. Pharm. Bull. (Tokyo) 11/12, 1546, 1963.
- (7) Kovács J., Kiss B., Gyarmati L.: Előadás a Magyar Hygieniai Társaság Tudományos Ülésszakán, 1964. XII. 17-19.
- (8) Takeda K. et al.: J. Chromatography, 11, 562, 1963.
- (9) Czeglédi - Jankó, G.: Zeitschr. f. klin. Chemie, 3, 14, 1965.
- (10) Marker, R. E. et al.: J. Amer. Chem. Soc. 69, 2157, 1947.

## КАПСИЦИДИН, НОВАЯ СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПАПРИКИ СТЕАРИНОВЫМ СКЕЛЕТОМ

*И. Э. Гал*

Автор изолировал капсицидин из молотого перца на основе его антибиотического действия. Установил, что вещество находится в алеуриновых зернах спелых семян и в корнях паприки. Новая составная часть образуется смесью трех стероид сапонинов (капсицидин А, В, С), которые самостоятельно показывают также фитоницидное действие. Сахарные компоненты: глюкоза, галактоза и ксилоза; один из двух сапогенинов имеет структуру диосгенина, а другой пока еще не идентифицированный генин с насыщенным стероидным скелетом.

Новое и специальное свойство капсицидина заключается в том, что водные растворы инактивируются под действием термообработки примененной в момент экстракции или изменения рН, потом система постепенно стабилизируется и после истечения некоторого времени уже не инактивируется. Автор сообщает гипотезу для объяснения явления.

## CAPSICIDIN, EIN NEUER STEROIDBESTANDTEIL VON PAPRIKA

*I. E. Gál*

Verfasserin isolierte Capsicidin aus gemahlenem Gewürzpaprika auf Grund seiner antibiotischen Aktivität. Sie stellte fest, dass der Wirkstoff in den Aleuronkörnern der reifen Samen, sowie in den Wurzeln der Paprikapflanze enthalten ist. Der neue Bestandteil erwies sich als ein Gemisch aus 3 Steroidsaponinen (Capsicidin A, B und C), welche auch einzeln eine Phyttonzidaktivität entfalten. Seine Zuckerkomponenten sind Glucose, Galaktose und Xylose. Von seinen zwei Sapogeninen besitzt eines Diosgeninstruktur, das andere ist ein noch nicht identifiziertes Genin mit einem gesättigten Steroidring.

Eine eigentümliche, völlig neuartige Eigenschaft des Capsicidins besteht darin, dass seine wässrigen Extrakte bei sofortiger Hitzebehandlung oder pH Änderung nach der Extraktion inaktiviert werden, dann durchläuft das System einen Stabilisationsprozess und kann nach gewissen Stehzeiten nicht mehr inaktiviert werden.

Schliesslich wird versucht eine Erklärung für die beobachteten Erscheinungen zu geben.

## CAPSICIDINE, A NEW CONSTITUENT OF PAPRIKA POWDER, WITH A STEROID STRUCTURE

*I. E. Gál*

On the basis of its antibiotic effect, capsicidine could be isolated from paprika powders. It was found that this constituent of antibiotic activity occurs in the aleuron grains of the ripe seeds and in the roots of the paprika plant. The new constituent proved to be a mixture of three steroid saponines (capsicidine A, B and C) which showed phitoncidic effects separately as well. The sugar components of capsicidine are glucose, galactose and xylose; of its two sapogenines one is of diosgenine structure while the other is a saturated genine with a steroid structure. This latter has not been identified so far.



Capsicidine has the particular and novel feature that its aqueous extracts undergo inactivation when heat effects or pH alterations take place in the moment of the extraction. Later, the system is gradually stabilized, and after certain standing periods, cannot be inactivated any more.

Lastly, a hypothesis is presented by the author for the interpretation of the observed phenomena.

## CAPSIDINE, UN NOUVEAU COMPOSANT DU PIMENT A NOYAU STÉROLIQUE

I. E. Gál

L'auteur a isolé la capsicidine du piment à l'aide de son effet antibiotique. Elle a établi que ce corps se trouve dans les granules d'aléuron des graines mures et dans les racines du piment, Le nouveau composant s'est avéré d'être la mixture de 3 saponines stéroïdes (capsicidine A, B et C), qui ont aussi séparément un effet fitocide. ces composants de sucre sont la glucose, la galactose et la xylose, de ses deux sapogénines l'une a une structure diosgénine, l'autre est une genine pas encore identifiée à noyau stérolique.

Un caractère intéressant de la capsicidine c'est que ses extraits aqueux deviennent inactives si on les soumet à l'instant de l'extraction à un traitement calorique ou à un changement du pH. Puis le système devient graduellement stable et après un certain temps il est inactivable.

Finalement l'auteur émet une hypothèse pour l'explication des faits observés.

---

### A szerkesztőbizottsághoz a következő dolgozatok érkeztek:

*Sz. Szotyori Katalin:* Eljárás a aszkorbinsav meghatározására oszazonjának papírkromatográfiás elválasztása útján III. Az aszkorbinsav-oszazon állandósága és izomerizációja savanyú közegben.

*Bátyai Jenő:* Gyümölcslevek és üdítőitalok minősítése.

*Dworschák Ernő:* A keményítő szerkezeti változásai hevítés hatására II. Vizsgálatok 150–210 C° közötti hevítési intervallumban.

*Báthory Pál:* Ételmérgezések felosztása.

*Ojtózy Kristófné:* Májas készítmények keményítő- és glikogén tartalmának meghatározása.