

## Hazai lisztek precukortartalmának felmérése\*

GASZTONYI KÁLMÁN

Budapesti Felsőfokú Élelmiszeripari Technikum Kémia Tanszék

Érkezett: 1969. március 18.

A magasabbrendű növényekben, így a kenyérgabonában is, a szénhidrátok klorofilles fotoszintézis révén keletkeznek. A kialakuló kisebb molekulásúlyú cukrok enzimes folyamatokkal elágazó, illetve elágazás nélküli láncokból álló poliszaharidokká egyesülnek. Ezek az összetett szénhidrátok részben a növény *tartaléktápanyagait* képezik, részben pedig nehezen oldható, viszonylag szilárd *vázanyagokká* alakulnak. A tartaléktápanyagok közül a keményítő, a vázanyagok közül a cellulóz a legjelentősebb.

A gabonamagvakban levő összetett szénhidrátok, elsősorban a keményítő kialakulási folyamatát már sokan vizsgálták. Mindezek ellenére ma sincs törésmentes képünk arról, hogy a fotoszintézis eredményeként keletkezett egyszerű cukrokból milyen mechanizmus révén és milyen közbenkő termékeken keresztül jut el a növény a keményítőhöz. A kérdés felderítése érdekében az utóbbi időben *Rohrlích és Essner* (1) végeztek kutatást. Munkájuk során a lábon álló, érfélben levő gabona kalászaiból sorozatosan mintát vettek és megvizsgálták a szemek szárazanyagtartalmának növekedését, valamint a különböző szénhidrát-változatok arányát. Azt tapasztalták, hogy az érő magvakban az oldható szénhidrátok, pontosabban a monoszaharidok és oligoszaharidok mennyisége az érés befejezéséig állandóan csökken, a szárazanyagtartalom és a keményítőtartalom pedig ugyanezen időszakban állandóan növekedik. A keményítő kialakulásának folyamatairól azonban csak annyit sikerült kiderítenünk, hogy ebben az átalakulásban közbenkő terméként szerepe lehet olyan oligoszaharidoknak, ún. *glükofruktozánoknak*, amelyekben egy glükózhoz két-három fruktóz molekula kapcsolódik.

### A precukor összetétele

A beérett gabonamagvak szénhidrátjainak összetételéről az utóbbi években több szerző is beszámolt. Ezek közül *Taufel* és munkatársai (2) által készített dolgozat, valamint a *Schormüller*-féle élelmiszerkémiai kézikönyv megfelelő fejezete (3) emelhető ki.

*Taufel* és munkatársai a keményítő és cellulóz mellől kioldott szaharidokat kromatográfiai eljárással választották szét és mennyiségüket Pulfrich fotométerrel kolorimetriás úton határozták meg. Tájékoztatásuk szerint, amely a többi forrásmunka adataival is megegyezik, a gabonaszemek mintegy 75%-os szénhidráttartalmából 62–64% a keményítő, 1,5–2,0% a cellulóz és 2,0–3,0% a monoszaharid, illetve oligoszaharid. Ezeket az utóbbi szénhidrátokat szokás a liszt *eredetileg jelenlevő cukrainak*, másnéven *precukornak* nevezni.

Ebben a precukorban megtalálhatjuk a monoszaharidok közül a *glükózt*, *fruktózt* és a *galaktózt*, az oligoszaharidok közül pedig a *szaharózt*, *maltózt*, *raffinózt*,

\* A budapesti Felsőfokú Élelmiszeripari Technikum II. Tudományos Ülésszakán (1969. február 10–11.) elhangzott előadás (Szerk.)

glükodifruktózt és különböző ismeretlen összetételű oligoszaharidokat. A felsorolt cukorfajták átlagos előfordulási arányát, szárazanyagra vonatkoztatva, búza- és rozsszemben az 1. táblázat mutatja.

**Érett gabonamagvak átlagos cukortartalma**  
(Szárazanyagra számítva)

1. táblázat

A cukor megnevezése	Búza	Rozs
Glükóz % .....	0,05	0,06
Fruktóz % .....	0,03	0,06
Szaharóz % .....	0,88	0,91
Maltóz % .....	0,04	0,03
Raffinóz % .....	0,19	0,12
Glükodifruktóz % .....	0,26	0,58
Ismeretlen szaharidok % ..	0,37	0,74
Összes cukor % .....	1,82	2,50

A beérett magvakban a glükóz és fruktóz mennyisége nagyon csekély, 30–50 mg 100 g szárazanyagban. A galaktóz aránya ugyancsak kicsi és ez sem szabadon, hanem zsírban kötött állapotban található.

A búza- és rozsszemek precukortartalmának főtömege szaharóz. Mennyisége szárazanyagra számítva 1% körül van, tehát lényegesen több, mint a monoszaharidoké. A glükofruktozánok felfedezése óta a szaharózt a keményítőszintézis közben termékeknek tekintjük.

A maltóz mennyisége a monoszaharidokéhoz hasonlóan csekély, 100 g szárazanyagban mindössze 30–40 mg található. Feltehető, hogy ez az oligoszaharid tulajdonképpen nem is eredetileg jelenlevő cukor, hanem a keményítő amilázos lebontásának eredményeként az érett gabona tárolása alatt keletkezik. Alátámasztja ezt a megállapítást az a megfigyelés is, hogy a csírázó gabonamagvakban a maltóz mennyisége rohamosan növekedik és hamarosan eléri a 2,0–2,5%-ot. A magvak csírázottságának éppen ezért a legfőbb kritériuma a szemek maltóz-tartalma.

A glükofruktozánok olyan oligoszaharidok, amelyekben egy molekula glükózhoz néhány molekula fruktóz kapcsolódik. Közülük a glükodifruktóz fordul elő legnagyobb mennyiségben. Mint említettem, a legújabb feltételezések szerint ezeket a vegyületeket tekinthetjük a poliszaharid-képzés közben termékeinek. Egyes kutatók a gabonamagvakban a glükofruktozánok mellett olyan összetett szénhidrátokat is kimutattak, amelyek kizárólag fruktózzsértekből épülnek fel, az inulinhoz hasonló kötésben.

A raffinóz mennyisége csekély, biológiai rendeltetése nem ismeretes. Ugyanezt mondhatjuk el a többi, ma még nem azonosított precukor-komponensről is.

A precukrok eloszlása a gabonamagvakban nem egyenletes. Az endoszpem cukortartalma kisebb, a héj alatti rétegeké, különösen pedig a csíráé nagyobb. Ennek az a gyakorlati következménye, hogy a gabonamagvakból őrölt lisztek precukor-tartalma nem azonos az eredeti szemek precukortartalmával. A sötétebb lisztek, melyek kenyérszításra használatosak, több héjrészt és csírárészt tartalmaznak, ezért precukortartalmuk nagyobb. A fehér lisztek, amelyekből fehértermékeket sütünk, nagyrészt az endoszpemből származnak, ezért precukortartalmuk is kisebb.

#### A precukor meghatározása

A kenyérgabonák lisztjének eredeti cukortartalma befolyásolja a sütőipari értéküket. A precukorban levő glükóz, fruktóz, maltóz és szaharóz ugyanis a



tészta lazításához használatos *Saccharomyces cerevisiae*, továbbá a tejsavbaktériumok számára jól erjeszthető szubsztrátum. Különös jelentősége van a precukornak a kis hamutartalmú liszteknel, amelyeket fehértermékek készítéséhez használunk. Ezekben a lisztekben ugyanis kevesebb keményítőtöbontó enzim van és ezért tésztajukban később indul meg az erjeszthető cukor amilázos utánpótlása.

Technológiai megfontolások alapján tehát szükség volt arra, hogy tájékozódjunk a hazai BL 55 típusjelzésű fehér búzalisztek precukortartalmáról. A munka első szakaszában olyan módszert kellett kidolgozni, amely egyrészt megbízható eredményeket ad, másrészt alkalmas nagy mintaszám viszonylag gyors analizisére, tehát sorozatvizsgálatra.

A hagyományos cukormeghatározási eljárások (polározás, Bertrand-eljárás stb.) érzéketlenségük miatt nem jöhettek számításba, mert a lisztek vizes kivonata nagyon híg. A kellően előkészített és tisztított lisztextrakt ugyanis mindössze 10–20 mg redukáló cukrot tartalmaz 100 milliliterenként.

Az általunk kidolgozott módszer alapja az a 3,5-dinitroszalícilsavas színreakció, amit *Sumner* (4) alkalmazott először 1925-ben. Később ezt az elvet *Borel* és munkatársai (5) a poliszaharid hidrolizátumok papírkromatográfiásan szétválasztott komponenseinek mennyiségi meghatározására, *Schneeweiss* (6) és tőle függetlenül *Perten* (7) a gabona alfa-amiláz aktivitásának mérésére használta fel.

A mérés a 3,5-dinitroszalícilsav 3-amino-5-nitroszalícilsavvá redukálásán alapul, amit a redukáló cukrok idéznek elő lúgos közegben. A keletkező 3-amino-5-nitroszalícilsav vörösesbarna színű vegyület és a színváltozás intenzitása arányos a jelenlevő redukáló cukrok mennyiségével. Ezt a fényabszorpció módosulást spektrofotométerrel jól lehet követni.

A 3,5-dinitroszalícilsav természetesen csak redukáló cukrokkal adja a fenti reakciót, ezért a meghatározás előtt a nem redukáló oligoszaharidokat hidrolizálni kell. Ügyelni kell továbbá arra is, hogy a lisztben mindig jelen levő amilázok, a kivonat készítése közben, ne termeljenek a keményítőtöböl maltózt, mert ez teljesen meghamisítaná az eredményt. A módszer első lépésében tehát gondoskodni kellett az enzimek inaktiválásáról is. E problémák megoldásának kidolgozásánál figyelembe vettük *Pelshenke* és munkatársai által összeállított módszerkönyv (8) javaslatait.

A módszerhez szükség volt a dinitroszalícilsavas színreakció abszorpciós görbéjének felvételére is, hogy a maximum ismeretében ki lehessen választani azt a hullámhosszot, amelynél a spektrofotométeres meghatározást végezni kell. Méréseink szerint a fényabszorpció maximuma 500 nm-nél van, tehát precukormeghatározási munkánknál ezen a hullámhosszon mértünk.

A fenti elvek alapján kidolgozott precukormeghatározási módszer a következő:

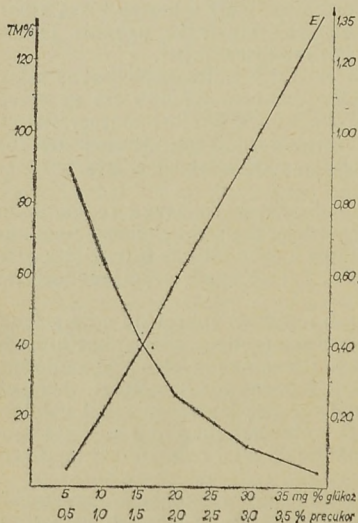
Táramérlegesen kimérünk 10 g vizsgálandó lisztet és porcelánmózsárban 40 ml desztillált víz és 10 ml 10%-os csersavoldat elegyével csomómentes szuszpenzióvá alakítjuk. A szuszpenzió készítésénél jelenlevő csersav azonnal inaktiválja a liszt amilázait és ezzel megelőzi a maltózképződést.

A keveréket desztillált vízzel átmoszuk egy 200 ml-es mérőlombikba oly módon, hogy az összes folyadék maximum 160 ml legyen. Az elegyet 30 percig állni hagyjuk, közben 5 percenként felrázzuk. Ez az idő elegendő az oldható frakció teljes kivonásához.

A lisztsuszpenzióhoz 10 ml bázisos ólomacetát oldatot, majd összerázás után 5 ml telített nátriumsulfát oldatot adunk. Ezután a mérőlombikot desztillált vízzel jelig töltjük és tartalmát redős papíron szűrjük. A szűrletnek színtelennek és tisztának kell lennie. Ezzel a művelettel a rendszerben levő oldott fehérjéket kicsaptuk és a szilárd, oldhatatlan alkotórészekkel együtt eltávolítottuk.

A szüredékben tehát már csak oldott cukrok találhatóak, amelyeknek nagy része azonban még nem redukáló állapotban van.

A szűrletből 20 ml-t 100 ml-es Erlenmeyer lombikba pipettázunk és hozzáteszünk pontosan 5 ml 20%-os citromsavoldatot. A lombikba gumidugóval mintegy 1,5 méteres hűtőcsövet teszünk és az oldatot 8 percen keresztül az oligoszaharidok hidrolizálása céljából gyenge forrásban tartjuk. A távozó gőzök nagy része az üvegcsőben lecsapódik és visszacsepeg. Ezután a lombikot azonnal lehűtjük és 7,5 ml 2 n NaOH-oldattal közömbösítjük. Az Erlenmeyer lombik tartalmát ezt követően 100 ml-es mérőlombikba öntjük és desztillált vízzel feltöltjük. Ennek az oldatnak lebegő részektől teljesen mentesnek, színtelennek, átlátszónak kell lennie, amely már alkalmas fotometriás vizsgálatra.



1. ábra

ről közvetlenül leolvasható a liszt precukortartalma (1. ábra). Ennek az egyenesnek meghatároztuk a regressziós függvényét is:

$$y = 3,0285x + 0,3619.$$

A regressziós függvény alapján, számítógép segítségével, az eredményt rendkívül pontosan és gyorsan meg lehet kapni. A módszer pontosságára jellemző, hogy a fotométerrel felvett kalibrációs egyenes számított és mért értékei között a korreláció  $r = 0,99$ , vagyis nagyon jó.

#### Felmérési eredmények

A hazai lisztek precukortartalmának felmérése érdekében 100 tétel 1967–68 évjáratú, BL 55 jelzésű fehér búzalisztet vizsgáltunk meg. A liszteket az ország különböző tájain levő malmokból kértük be, egy-egy malomból 1–7 minta érkezett. Összesen 50 malom küldött be vizsgálati anyagot.



A spektrofotométeres eredményeket a regressziós függvény segítségével dolgoztuk fel és az eredményt lisztre vonatkoztatott százalékban két tizedes pontossággal fejeztük ki. Ezek az adatok glükózra vonatkoznak, miután a meghatározás folyamán minden jelenlevő oligoszaharidot redukáló monoszahariddá alakítottunk át. A vizsgált lisztek precukortartalmát nagyságrendi bontásban a 2. táblázat mutatja.

Hazai BL 55-ös lisztek precukortartalmának megoszlása  
(glükózban kifejezve)

2. táblázat

Precukor %	Mintaszám
1,01–1,10 .....	5
1,11–1,20 .....	6
1,21–1,30 .....	17
1,31–1,40 .....	28
1,41–1,50 .....	21
1,51–1,60 .....	11
1,61–1,70 .....	10
1,71–1,80 .....	—
1,81–1,90 .....	2
Összesen	100

A BL 55-ös lisztek precukortartalmának matematikai középértéke 1,39%. A talált legkisebb érték 1,06%, a legnagyobb 1,88%. A vizsgált minták 77%-ának precukortartalma 1,2–1,6% között van. Ha a minták precukortartalmának gyakoriságát vizsgáljuk, akkor normális eloszlást tapasztalunk, mert grafikus ábrázolásnál harang-görbe mentén sűrűsödő pontokat kapunk.

Tekintettel arra, hogy a lisztben levő precukor nagy része szaharóz, a glükózban kifejezett értékeket szaharózra is át lehet számítani. Ebben az esetben a molekulasúlyok aránya alapján 0,95-ös faktort kell alkalmazni. Ily módon a szaharózban kifejezett középérték 1,32%, a minimális precukortartalom 1,01%, a maximális 1,79%.

Az eddig közölt valamennyi érték 15% nedvességtartalmú lisztre vonatkozik. Szárazanyagra számítva a glükózban kifejezett átlagos precukortartalom 1,63%, szaharózban kifejezve 1,55%. Ezek az értékek jól egyeznek a más országokban végzett hasonló vizsgálatok eredményeivel.

A szénkénkön végzett spektrofotometriás precukortartalom felmérésevel párhuzamosan ugyanezeket a lisztmintákat a Sütőipari Kutatóintézetben fermentométeres módszerrel is megvizsgálták. Ennek az eljárásnak az a lényege, hogy a vizsgálandó lisztből élesztőfelesleggel tészta készül és a meghatározott körülmények között végzett érlelés közben keletkező gáz térfogatát mérik. Az első órában termelt gáz a precukor erjesztéséből származik, tehát mennyisége arányos a liszt precukortartalmával. A két teljesen különböző elven alapuló módszerrel meghatározott eredmények között a korrelációt megvizsgáltuk és megállapítottuk, hogy ez jónak mondható,  $R = 0,77$ .

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

- (1) Röhrllich, M. és Essner, W.: Getreide und Mehl. 10. 121. 1960.
- (2) Täufel, K. és al.: Z. U. L. 109. 1. 1959.
- (3) Schormüller, J.: Handbuch der Lebensmittelcheime. Band V/1. Kohlenhydratreiche Lebensmittel. 1–162. Springer. 1967.
- (4) Sumner, J. B.: 65. 393. 1925.
- (5) Borel, E. és al.: Helvetica Chimica Acta XXXV. 115. 1952.
- (6) Schneeweiss, R. és Hermes, H.: IGV-Mitteilungen. 1. 65. 1965.
- (7) Perten, H.: Brot und Gebäck. 18. 181. 1964.
- (8) Pelshenke, P. és al.: Methodenbuch. Band XV. Die Untersuchung von Getreide-Mehl. Neumann. Berlin. 1953.

## ИЗМЕРЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПРЕСАХАРА ВЕНГЕРСКОЙ МУКИ

*К. Гостони*

В статье автор сообщает метод определения сахара подходящего для серийного испытания наличия первоначального содержания сахара (пре-сахара) в помеле хлебных злаков. Способ измерения основывается на редукции 3,5 - динитросалициловой кислоты и спектрофотометрическом измерении образующейся цветной 3 - амино - 5 - нитросалициловой кислоты.

На основании испытаний проведенных помощью этого метода на 100 образцах, измерили содержание пресахара муки содержащей 0,55% золы (БЛ 55) полученной из пшеницы урожая 1967 - 68. г.

Содержание пресахара в образцах, в пересчете на глюкозу, составляло в среднем 1,39% и эта величина в 77 случаях находилась в пределах 1,2 - 1,6%.

## ERGRÜNDUNG DES PRAEZUCKERGEHALTES VON UNGARISCHEN MEHLEN

*K. Gasztonyi*

Die Arbeit gibt eine Bestimmungsmethode für Zucker bekannt, welche sich zur serienweisen Feststellung des ursprünglich anwesenden Zuckers (Praezuckers) in den Mahlprodukten von Brotgetreide eignet. Das Verfahren beruht auf Reduzierung von 3,5-Dinitrosalicylsäure und spektrophotometrischer Messung der entstandenen farbigen 3-amino-5-Nitrosalicylsäure. Mit der angeführten Methode wurde auf Grund der Untersuchung von 100 Proben der Praezuckergehalt der 0,55% Asche enthaltenden (BL 55) Mehle vom Jahrgang 1967 - 68 bestimmt. Der Durchschnittswert des in Glukose ausgedrückten Praezuckers betrug 1,39% und war in 77 Fällen zwischen 1,2 - 1,6%.

## SURVEY OF THE PRE-SUGAR CONTENT OF HUNGARIAN FLOURS

*K. Gasztonyi*

A method suitable for the routine determination of the sugar content originally present in the flours of cereals (so-called pre-sugar content) is described by the author. The method is based on the reduction of 3,5-dinitrosalicylic acid and on the spectrophotometric measurement of the formed coloured 3-amino-5-nitrosalicylic acid.

By means of the described method, the pre-sugar content of Hungarian wheats harvested in the season 1967/1968 which contained 0.55% ash (BL 55) was surveyed on the basis of 100 analyzed samples. These samples contained an average pre-sugar amount of 1.39% (expressed as glucose). The contents ranged in 77 cases within 1.2 and 1.6%.

## DOSAGE DE LA TENEUR EN PRÉSUCRE DES FARINES HONGROISES

*K. Gasztonyi*

L'auteur décrit une méthode de dosage du sucre propre à l'analyse en série de la teneur en sucre (présucre) présent originalement dans les moutures des graminées de pain. Le procédé est basé sur la réduction de l'acide 3,5-dinitrosalicylique et le mesurage spectrophotométrique de l'acide 2-amino-5-nitrosalicylique coloré qui se forme.

A l'aide de la méthode décrite l'on a dosé dans 100 échantillons la teneur en présucre de la farine contenant 0,55% de cendres des blés de 1967 - 68 (BL 55).

La moyenne de la teneur en présucre exprimée en glucose a été 1,39% et le résultat a varié entre 1,2 - 1,6% dans 77 cas.