



(19) Országkód

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**MAGYAR
SZABADALMI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

220 135 B

(21) A bejelentés ügyszám: P 95 02861
(22) A bejelentés napja: 1994. 03. 29.
(23) Módosítási elsőbbség: 1994.07. 01.
(30) Elsőbbségi adatok:
08/040,333 1993. 03. 30. US
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/US 94/03398
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 94/22291

(51) Int. Cl.⁷

A 01 H 5/10
C 12 N 15/05
A 23 L 1/22
C 08 B 30/00

(40) A közzététel napja: 1996. 05. 28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 2001. 11. 28.

(72) Feltalálók:

Pearlstein, Richard Warren, Newark,
Delaware (US)
Ulrich, James Francis, Newark, Delaware (US)

(73) Szabadalmas:

E.I.Du Pont de Nemours and Co., Wilmington,
Delaware (US)

(74) Képviselő:

DANUBIA Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.,
Budapest

(54)

Új genotípusú növényi rész, eljárás előállítására, és ebből keményítő előállítására

KIVONAT

A találmány szerinti növényi rész jellemző vonása, hogy olyan keményítőtartalmú növényről származik, amely olyan genomot tartalmaz, amely homozigóta és recesszív a viaszos (wx) génre, és az amilózhosszabbító (ae) génre, és heterozigóta a lassú (du) génre.

A találmány kiterjed a fenti, növényi rész előállítására, ebből keményítő előállítására, és a keményítőt tartalmazó kolloid oldat előállítására.

HU 220 135 B

A találmány tárgya olyan keményítőtartalmú növény és keményítő, amely a lassú (du) génre heterozigóta, és az amidózhosszabbító (ae) génre és a viaszos (wx) génre homozigóta, és recesszív magból vagy vegetatív növényrészéből származik.

A keményítő két poliszacharid, az amidóz és az amilopektin keveréke. Az amidóz egy egyenes láncú molekula, amely alfa-1-4-glikozid kötésekkel összekötve akár több ezer alfa-D-glükopiranoz egységet tartalmaz. Az amilopektin egy erősen elágazó molekula, amely alfa-1-4- és alfa-1-6-glikozid kötésekkel összekapcsolva legfeljebb 50 000 alfa-D-glükopiranoz egységet tartalmaz. Az amilopektinben a glikozid kötések mintegy 5%-a alfa-1-6 kötés, és ez okozza a polimer elágazó szerkezetét.

Az amidóz- és az amilopektinmolekulák szemcsékbe rendeződnek, és ezeket a szemcséket a plasztida tárolja. A legtöbb növény által termelt keményítőszemcse 15–30% amidózt és 75–85% amilopektint tartalmaz. Az amidóz/amilopektin arány és az amilopektin elágazásának mértéke befolyásolja a keményítő fizikai és funkcionális tulajdonságait. A funkcionális tulajdonságok, így a zselatinizált keményítő viszkozitása és stabilitása határozzák meg az alkalmazhatóságot, és ezáltal a keményítő értékét élelmezési és ipari alkalmazás szempontjából. Speciális funkcionális tulajdonságok esetén az igényeket különböző növényekből, így kukoricából, rizsből vagy burgonyából származó keményítővel lehet kielégíteni. Ha a keményítő nem felel meg a szükséges, funkcionális tulajdonságoknak, például magas hőmérsékleten és savas körülmények között stabil viszkozítással kell rendelkeznie, az adott tulajdonság egyes esetekben a keményítő kémiai módosításával elérhető. A keményítőiparban különböző típusú és mértékű kémiai módosítások ismertek, és a kémiai módosított keményítő megjelölését és alkalmazását hatósági előírások szabályozzák.

A növény keményítőtartalmú szerveiben az amidóz/amilopektin arányt és az amilopektin elágazásának mértékét genetikai szabályozás határozza meg. Így például, a viaszos génre homozigóta és recesszív növényekben hiányzik a szemcsében kötött keményítő szintázenzim, és közel 100%-ban amilopektin keletkezik. Az amidóz hosszabbító génre homozigóta és recesszív növények akár 90% amidózt tartalmazó keményítőszemcsét állítanak elő. A lassú gén szabályozza a keményítő elágazását okozó enzim termelését.

A keményítő vagy fehérjeszintézis szempontjából elsődleges géneket, köztük az amidózhosszabbító (az angol „amylose extender” kifejezés rövidítve ae) gént, a törékeny (az angol „brittle” kifejezés alapján rövidítve bt) gént, a lassú (az angol „dull” kifejezés alapján rövidítve du) gént, a lisztes (az angol „floury” kifejezés alapján rövidítve fl) gént, a szarus (az angol „horny” kifejezés alapján rövidítve h) gént, az áttetsző (az angol „opaque” kifejezés alapján rövidítve o) gént, a visszahúzódott (az angol „shrunken” kifejezés alapján rövidítve sh) gént, a cukros (az angol „sugary” kifejezés alapján rövidítve su) gént, és a viaszos (az angol „waxy” kifejezés alapján rövidítve wx) gént recesszív gének neve-

zik, mivel a mag megjelenésére kifejtett hatásuk F1 magokban az adott gén domináns formájának jelenlétével maszkírozható. Növényfajták esetében megfelelő nomenklatúrával azonosítják azokat a genotípusokat, amelyek hordozzák a vizsgált gént. A fent említett gének vonatkozásában a genotípusokat az általuk hordozott homozigóta és recesszív, mutáns allélek alapján azonosítják. A fajtanévben nem szereplő, fenti gének homozigóták és dominánsak. Így például, az ae wx jelölésű fajta homozigóta és recesszív az amidózhosszabbító génre és a viaszos génre, és homozigóta és domináns a keményítő bioszintézisében résztvevő többi génre, így a törékeny génre, a lassú génre, a visszahúzódott génre, és a cukros génre. Genetikai tudásunk szerint a recesszív gén csak akkor fejeződik ki, ha a gén homozigóta és recesszív. Ennek megfelelően, mutáns növényfajtákból származó keményítő tulajdonságairól szóló beszámolók általában egy adott génre vagy génekombinációra homozigóta és recesszív növényből származó keményítőt írnak le. Az ae, du, wx és ae wx génekre homozigóta és recesszív kukoricánövényből származó keményítő tulajdonságait ismerteti E. Brockett és munkatársai: „*Gelatinization Characteristics of Starch from du, wx, ae and ae wx Endosperm of Sweet Corn Inbred la5925*”, *Starch/Stärke* 40(5), 175-177 (1988).

Gabonamagvakban, így a kukoricában (*Zea mays* L.), a mag kettős megtermékenyítés eredménye [Kieselbach T. A.: *The Structure and Reproduction of Corn*, University of Nebraska Press (1980)]. A pollen szemcse két spermiumsejtmagot tartalmaz. A megtermékenyítéskor az egyik spermiumsejtmag egyesül a magkezdemény sejtmagjával, és kialakítják a magembriót, a másik spermiumsejtmag két női sejtmaggal egyesül, és kialakítják a magendospermiumot. Az endospermium genetikai anyagának kétharmadát a női növényből és egyharmadát a pollenből kapja. A pollennek a fejlődő magra gyakorolt közvetlen hatását xeniának nevezzük. Egy adott gének egy sejtben, így egy endospermiumsejtben előforduló másolatai számát géndózisnak nevezzük. A géndózis hatását vizsgálták az ae és wx gének esetében. Nem viaszos kukoricában az ae allél általában teljesen recesszív a domináns Ae allélhez viszonyítva, a mag megjelenése vonatkozásában. Viaszos kukoricában a különböző dózisu ae allélt tartalmazó magok általában vizuálisan megkülönböztethetők. Viaszos kukoricában a különböző ae dózisoknak a keményítő tulajdonságaira gyakorolt hatását T. Yamada és munkatársai: „*A Novel Type of Corn Starch from a Strain of Maize*”, *Stärke* 30(5), 145–148 (1978) vizsgálja. A különböző ae és wx dózisoknak a keményítő felhalmozódására és látszólagos amidóztartalmára gyakorolt kölcsönhatását Boyer és munkatársai: *The Journal of Heredity*, 67, 209–214 (1976) vizsgálja. Két amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás duplán vagy triplán mutáns génekombinációra homozigóta és recesszív növényekből extrahált keményítőt ismertet. Az US 4,789,557 számú irat a du és wx génekre homozigóta, és recesszív növényekből extrahált keményítőre, az US 5,009,911 számú irat az ae és wx génekre homozigóta és recesszív növényből extrahált keményítőre

vonatkozik. Az iratok nem említik a heterozigóta magból nyert keményítő felhasználását, sem a különböző dózisu du gén hatását a keményítő tapadási tulajdonságaira.

A legtöbb gabonafélét árucikként kezelik, és az ilyen terményekkel szembeni ipari és állattakarmányozási követelményeket a széles körben és nagy mennyiségben termesztett, szokásos fajtákkal ki lehet elégíteni. Növekvő igény van azonban olyan speciális felhasználási tulajdonságú terményekre, amelyek a szokásos összetételű magokkal nem elégíthetők ki. Így például, a speciális kukorica eltér a „normál” kukoricától az endospermium megváltoztatott tulajdonságaiban, így a keményítő elágazási mértékének változásában, például a viaszos vagy nagy amilóztartalmú kukoricában, a cukor fokozott felhalmozódásában, például az édes kukoricában, vagy az endospermium keménységének változásában, például az élelmezési kukoricában vagy pattogatott kukoricában [Glover D. V. és Mertz E. T.: *Corn, Nutritional Quality of Cereal Grains, Genetic and Agronomic Improvement*, kiadó: R. A. Olson és K. J. Frey, American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, 183–336 (1987); Roney L. W. és Serna-Saldivar S. O.: *Food Uses of Whole Corn and Dry-Milled Fractions, Corn: Chemistry and Technology*, kiadó: S. A. Watson és P. E. Ramstead, American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, MN, USA, 399–429 (1987)]. A speciális terményeket általában speciális felhasználókkal kötött szerződések alapján termesztik, akik súlyt helyeznek a keményítő minőségére vagy más speciális minőségi jellemzőire. A speciális termény, így a viaszos kukorica értékesebb keményítőipari nyersanyag, mint a normál kukoricamag, ezért fokozott értékű terménynek tekintik. A jelenlegi piaci igény és fokozott érték figyelembevételével a viaszos kukoricát az Egyesült Államokban mintegy 60 000 hektáron termesztik. Speciális termény, így viaszos kukorica termesztéséért többletpénz jár, mivel értékesebb mint a normál kukorica, és nem kell normál kukoricával keverni. A találmány a viaszos kukoricához hasonló, fokozott értékű terményre vonatkozik, amely a viaszos kukoricánál jobb tulajdonságokkal rendelkező keményítő előállítására alkalmazható. A találmány tehát lehetővé teszi a normál vagy viaszos kukoricánál értékesebb termény termesztését.

A tisztított keményítő a növényből őrlési eljárással állítható elő. A kukoricakeményítőt a magból nedves-őrlési eljárással extrahálják ki. A nedves-őrlés egy többlépéses eljárás, ahol az egyes lépések a mag áztatása és őrlése, valamint a keményítő, fehérje, olaj- és rostfrakciók elválasztása. A kukorica nedves-őrlését ismerteti például S. R. Eckhoff: *Proceedings of the Fourth Corn Utilization Conference*, 1992. június 24–26., St. Louis, MO, USA, kiadó: National Corn Growers Association, CIBA-GEIGY Seed Division és United States Department of Agriculture. A tisztított keményítőt számos élelmezési és ipari célra felhasználják, és az emberi táplálkozásnál a szénhidrátok fő forrását képezi. A keményítőt általában vízzel keverik, és melegítve sűrű gállé alakítják. A keményítő három fontos tulajdonsága a főzési hőmérséklet, a gél viszkozitása és a gél viszkozitá-

sának időbeli stabilitása. A módosítatlan keményítő melegítés és hűtés közben jelentkező fizikai tulajdonságai sok esetben korlátozzák az alkalmazhatóságot. Jelentős ráfordítással és költséggel a keményítő kémiai módosítható a korlátozások kiküszöbölése és a keményítő ipari alkalmazhatóságának bővítése érdekében.

A módosítatlan keményítő korlátait és a módosított keményítő tulajdonságait ismerteti a *Modified Starches: Properties and Uses*, kiadó: O. B. Wurzburg, CRC Press Inc., Boca Raton, FL, USA (1986). A módosítatlan keményítő élelmezési célra nagyon korlátozottan használható, mivel a szemcsék könnyen duzzadnak és széttörnek, és így gyenge, nemkívánatos gél képződik. Az élelmezési vagy ipari alkalmazástól függően a módosítatlan keményítő hátránya a főzés utáni túl nagy vagy szabályozatlan viszkozitás, a főzött keményítő ragacos textúrája, a szerkezet roncsolódása a főzés során, nyírás hatására vagy alacsony pH-értéken, valamint lehűtés után az átlátszóság hiánya, és áttetsző gél kialakulása. A keményítőszemcséket kémiai módosítással stabilizálják, és így a keményítő több ezer élelmezési és ipari célra felhasználható, amire példaként említhető a baby-táp, porított kávékrém, sebészeti porózószerszám, papír- és szálírezés és ragasztóanyag. A szokásos kémiai módosításokra példaként említhető a keresztkötések kialakítása, amelynek során olyan kémiai kötések visznek be a keményítőbe, amelyek stabilizálják a keményítőmolekulák közötti áthidalásokat, valamint a szubsztituálás, amelynek során a keményítőmolekulába szubsztituens csoportként hidroxietilcsoportokat, hidroxipropilcsoportokat vagy acetilcsoportokat visznek be.

A keresztkötések kialakítása és a szubsztituálás egy többlépéses eljárás, amit általában a keményítő vizes szuszpenziójában végeznek, különböző hőmérsékleten és pH-értékeken. A keresztkötések kialakítására szolgáló reakciókat általában 1–5 órán keresztül, 40–50 °C közötti hőmérsékleten és pH=8–12 tartományban végzik. A keresztkötések azonban bizonyos esetekben csak savas körülmények között, 28 órás reakcióidővel alakíthatók ki [Wurzburg O. B.: *Cross-Linked Starches, Modified Starches: Properties and Uses*, kiadó: O. B. Wurzburg, 41–53 (1986)]. A keresztkötések kialakítása során a keményítőszemcsékben található hidrogénkötések helyett kémiai kötések képeznek. A keresztkötésektől mentes keményítő vizes szuszpenzióban történő melegítése során a hidrogénkötések meggyengülnek, a víz belép a szemcsébe, azt megduzzasztja és széttroncsolja. Ennek során a keményítő ragacos textúrát vesz fel. A keresztkötés melegítés közben megerősíti a hidrogénkötést, és így különböző mértékben fokozza a szemcse stabilitását, ami a keresztkötések számától függ. A keresztkötéses keményítő széles körben alkalmazható élelmiszerként, papír- és textiliparban, valamint ragasztószerként. A további kémiai módosítások, így a szubsztituálás, gyakran a keresztkötéstől függenek, és részben kívánt tulajdonságok kialakítására szolgálnak.

A keresztkötéses keményítőt élelmiszerként, textiliparban és ragasztóanyagként alkalmazják, ahol a fő felhasználási terület a nagy viszkozitású keményítő vastagítószerszámként történő alkalmazása az élelmiszeripar-

ban [Jarowenko W.: *Acetylated Starch and Miscellaneous Organic Esters, Modified Starches: Properties and Uses*, kiadó: O. D. Wurzburg, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 55–77 (1986)]. Az élelmiszeriparban vastagítószerként alkalmazott keményítővel szembeni követelmény, hogy különböző körülmények között, így alacsony pH-értéken, nagy sebességű keverésnél (nyírásnál), fagyasztásnál és a fagyasztás/megolvasztás ciklusokban stabil maradjon. A keresztkötések megfelelő ellenállást biztosítanak az alacsony pH-értékkel és a nyíróerővel szemben, de hűtés közben a keményítőben szinerézis lép fel, vagyis elveszíti víztároló kapacitását. A keresztkötéseket ezért gyakran olyan szubsztituálással kombinálják, ami javítja a keményítő vastagító képességét. A keresztkötéses keményítő stabilizálható acetilcsoportok, foszforilcsoportok és hidroxipropilcsoportok bevitelével. Az ilyen keresztkötéses és szubsztituált keményítő felhasználható a sütőipari termékek, fagyasztott termékek, konzerveknél és szárított élelmiszereknél. Általánosan használják tésztafélék, mártások, pudingok és krémek töltőanyagaként.

A kémiaileg módosított keményítő felhasználását az Egyesült Államokban a Food and Drug Administration (FDA) szabályozza. A Federal Food, Drug and Cosmetic Act (Szövetségi Élelmiszer, Gyógyszer és Kosmetikum Törvény) szerint az élelmiszeriparban két típusú módosított keményítő használható, az „élelmiszeripari módosított keményítő” és az „ipari módosított keményítő”. Az élelmiszeripari módosított keményítő az élelmiszerekben felhasználható, de bizonyos kezelési korlátozásokat kell kielégítenie, míg az ipari módosított keményítő az élelmiszerekkel érintkező eszközként, így tartóeszközként használható, és szintén speciális kezelési igényeket kell kielégítenie [Code of Federal Regulations, 21. kötet, 1. fejezet, 172. rész, Food Additives Permitted in Food for Human Consumption, 172. rész, 892, Food Starch-Modified, U. S. Government Printing Office, Washington, D. C. (1981); (a) 178. rész, Indirect Food Additives, 178. rész, 3520, Industrial Starch-Modified]. Ezek a szabályozások korlátozzák a kémiai módosítás mértékét, amelyhez definiálják a módosítási lépésben használható kémiai reagens maximális mennyiségét. Szabályozzák továbbá a módosítási eljárással kapott keményítőben található melléktermékek mennyiségét. Így például, különleges figyelmet érdemel a hidroxipropil-keményítőben található propilén-klórhidrin-csoportok mennyisége [Tuschhoff J. V.: *Hydroxypropylated Starches, Modified Starches: Properties and Uses*, kiadó: O. D. Wurzburg, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 55–77 (1986)]. Az új élelmiszeripari termékek elterjedésével fokozódó igény lép fel olyan keményítő kidolgozására, amely kémiai módosítással el nem érhető, fokozott stabilitással és különleges viszkoelasztikus tulajdonságokkal rendelkezik. Szükség van továbbá olyan természetes keményítőtermékekre, amelyek nem igénylik a kémiai módosítást, és így időt takarítanak meg, költséget csökkentenek és minimalizálják az FDA engedélyezéshez szükséges időt.

Javított, funkcionális tulajdonságokkal rendelkező keményítőt dolgoztunk ki, amely nem igényel kémiai

módosítást. Ez a keményítő a lassú, viaszos és amidohosszabbító gének új kombinációját hordozó magból nyerhető, ahol az új génkombinációt ae, du, wx háromszoros mutáns növények ae, wx kettős mutáns növényekkel, vagy fordított keresztbe beporzásával állítjuk elő. Ennek megfelelően, a találmány egyik tárgya olyan keményítőtartalmú növénytől származó növényi rész, előnyösen mag, amely olyan genomot tartalmaz, amely homozigóta és recesszív a viaszos (wx) génre, és az amidohosszabbító (ae) génre, és heterozigóta a lassú (du) génre. A találmány tárgya továbbá eljárás a fenti növényi rész előállítására, ebből keményítő előállítására, valamint a keményítőt tartalmazó kolloid oldat előállítására. A találmány szerinti keményítő felhasználható sűrített élelmiszer előállítására, amelynek során a találmány szerinti növényi részből, előnyösen magból extrahált keményítő hatékony mennyiségét vízzel és élelmiszerekkel keverjük, és a keveréket sűrített élelmiszer előállításáig főzzük. Keményítőtartalmú növényként előnyösen alkalmazható a kukorica, amelynek termesztési stratégiája közismert, és széles körben elterjedt.

Az 1. ábrán egy 5 tömeg%-os (szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva), viszkoelasztikus keményítőpaszta viselkedését mutatjuk be, amelynek során az elasztikus (G') és a viszkozus (G'') modulust, amelyek a gél viszkozitásának komponensei, a gél deformálódását mérő megterhelés függvényében ábrázoljuk. Az 1. ábrán A az elasztikus modulust mutatja 0 megterhelésnél, B a plaszticitás, C az elasztikus modulus 20% megterhelésnél, D az elért megterhelés, E a viszkozus modulus 0 megterhelésnél és F a viszkozus modulus 20% megterhelésnél.

A 2. ábra a normál és mutáns kukoricamagokból nyert keményítő ragasztási görbét mutatja, amelyhez a keverési szám egységben (az angol „stirring number unit” alapján rövidítve SNU) kifejezett viszkozitást, és a hőmérsékletet (°C) az idő függvényében ábrázoljuk.

A 3. ábra az ae és wx génekre homozigóta és recesszív, de különböző dózissal, du allélt tartalmazó, mutáns kukoricamagokból nyert keményítő ragasztási görbét mutatja, amelyhez a keverési szám egységben (SNU) kifejezett viszkozitást és a hőmérsékletet (°C) az idő függvényében ábrázoljuk.

A 4. ábra két, kémiaileg módosított kukoricakeményítőt és négy, mutáns kukoricából származó keményítő ragasztási görbét mutatja, ahol a keverési szám egységben (SNU) kifejezett viszkozitást és a hőmérsékletet (°C) az idő függvényében ábrázoljuk.

A találmány értelmében tehát a du génre heterozigóta, és az ae és wx génre homozigóta és recesszív növényi anyag a kémiaileg módosított keményítőhöz hasonló, javított funkcionális tulajdonságokkal rendelkező keményítőt eredményez. Az új keményítő értékes tulajdonságai a nagyobb ragasztóviszkozitás, a nyírással szembeni nagyobb ellenállás és a savval szembeni nagyobb ellenállás a normál, viaszos, du wx, ae wx, valamint ae du wx kukoricakeményítőhöz viszonyítva. A találmány szerint a du gén nem teljesen recesszív a keményítő kialakítására, és a keményítő fizikai és funkcionális tulajdonságaira gyakorolt hatása vonatkozásában.

A du génre heterozigóta, és az ae és wx génre homozigóta és recesszív magból nyert keményítő fő előnye, hogy kémiai módosítás nélkül, sűrítőszerként használható. Az ipari vagy élelmiszeripari felhasználáshoz a kívánt, funkcionális felhasználás érdekében a keményítőt általában kémiai módosítással változtatják meg. A kémiai módosításra vonatkozó igény csökkentésével vagy kiküszöbölésével a keményítő előállítása során költségek takaríthatók meg, és lehetővé válik természetes élelmezési keményítőt tartalmazó élelmiszerek előállítása. Az ilyen természetes keményítőt felhasználható olyan országokban is, ahol a kémiaileg módosított keményítő élelmiszeripari alkalmazását a törvény tiltja.

A találmány szerinti keményítő további értékes tulajdonsága, hogy főzés során krémes textúrát vesz fel, ami lehetővé teszi zsirhelyettesítőként történő alkalmazását. Az egészségügyi problémákat, így arteriosclerost okozó zsírfelvétellel és elhízással kapcsolatos orvosi kutatások eredményeként zsírszegény diétákat dolgoztak ki. A találmány szerinti megoldás fontos szerepet játszik keményítőalapú zsírszegény élelmiszerek előállításában. A zsír 2,25-ször több kalóriában kifejezett energiát hordoz, mint a keményítő, ezért a keményítőalapú, zsírszegény élelmiszerek előnyösen alkalmazhatók kis tápértékű élelmeként.

A leírásban egy sor kifejezést használunk a növénytermesztés ismertetésére és a keményítő jellemzésére. Ezen belül, az „allél” kifejezés két vagy több génforma közül azt a formát jelöli, amely egy adott kromoszómahelyen megtalálható, és a fenotípusra gyakorolt eltérő hatása alapján megkülönböztethető. A kémiaileg módosított keményítő különböző kémiai kezeléseknek, így keresztkötés kialakításának, származékképzésnek vagy szubsztituálásnak alávetett keményítőt jelent, amelyben kívánt, funkcionális tulajdonságokat lehet kialakítani. A „női növény” életképes pollen termelésére képtelen növényt jelent. A „közönséges kukorica” olyan általánosan elterjedt kukoricát jelent, amelynek magját használják és/vagy amely takarmánycélra szolgál, és amely lófogú kukoricának is nevezhető, ha a mag megfelelő koronával rendelkezik. A „gélminőség” a gél viszkoelasztikus tulajdonsága, amely a viszkozus modulus és az elasztikus modulus aránya. Ha az arány 1, vagy ennél nagyobb, az anyag inkább folyadékként, és nem szilárd anyagként viselkedik (lásd az 1. ábrát). A „gélzilárdság” a gél olyan viszkoelasztikus tulajdonsága, amit az elasztikus modulusból (G') és a viszkozus modulusból (G'') számolhatunk ki a következő egyenlettel:

$$\text{gélzilárdság} = \sqrt{G'^2 + G''^2}$$

A „genom” a szervezet egyik sejtjében található teljes genetikai információ, míg a „genotípus” az allélek génszerkezete a megfigyelt egy, több vagy sok allél vonatkozásában.

A leírás szempontjából fontos kifejezés továbbá a „növényi anyag”, amely elsősorban a növény keményítőtartalmú reprodukciós szervét jelenti. Kukorica esetében ez a kifejezés az érett magokra vonatkozik, amit a termesztő mezőgazdasági alkalmazás vagy kereskedelmi forgalmazás céljából termeszt, míg burgonya és más

gumós növények esetében ez a kifejezés a növény vegetatív részét jelöli. A „heterozigóta” kifejezés azt az állapotot jelöli, amelyben különböző allélek található a homológ kromoszómák megfelelő helyein, míg a „homozigóta” kifejezés azt az állapotot jelenti, amelyben azonos allélek található a homológ kromoszómák megfelelő helyein. A „hím növény” életképes pollen termelésére képes növényt jelent. A „modulus” a nyomás/megterhelés arány, ahol a „nyomás” a felületegységre alkalmazott erőt és a „megterhelés” a hosszúság vagy a térfogat megváltozását jelenti. A megterhelés lehet továbbá nyírás is. Egy keményítősuszpenzió elasztikus vagy tárolási modulusa a keményítőt felépítő polimeranyag hálózata által közvetített szilárdságkomponense. A viszkozus vagy veszteségmodulus a keményítősuszpenzió szilárdságának azon komponense, amit a szuszpenzió folyadékkomponense (például a vízmolekulák és az egyenes szénhidrátmolekulák) közvetít. A fenti paraméterek jellemzői és mérési módszerei ismertek (Hamann és munkatársai: *Applications of Thermal Scanning Rheology to the Study of Food Gels, Thermal Analysis of Foods*, kiadó: V. R. Harwalkar és C. Y. Ma, 306–332). A „mutáns” kifejezés mutáns gént hordozó szervezetet jelent, míg a mutáns gén olyan gén, amely valamilyen módon eltér a gén másik, gyakrabban előforduló formájától. A „ragasztás” kifejezés a keményítőszemcsék vagy ezek szuszpenziója irreverzibilis fizikai változása, amelyre jellemző a szemcsék duzzadása és hidratációja, a szuszpenzió viszkozitásának gyors növekedése és kolloid oldattá történő átalakulása. A folyamatot főzésnek vagy zselatinizálásnak is nevezik. A „fenotípus” egy szervezet megfigyelhető tulajdonságait jelöli, amit a genotípus és a környezet kölcsönhatása alakít ki. A plaszticitás a gél minőségének jellemzője, amely az elasztikus modulus változásának aránya, a megterhelés nem lineáris szakaszában (lásd az 1. ábrát). A „poliploid” olyan sejtet vagy ezekből kialakított szervezetet jelent, amely több mint két kromoszómakészlettel rendelkezik. A kukoricában a mag endospermiuma triploid, vagyis olyan poliploid sejt, amely három kromoszómakészlettel rendelkezik, amelyek közül kettő a női szülőből és egy a hím szülőből (pollen) származik. A „recesszív” kifejezés olyan allélt jelent, amely heterozigóta állapotban fenotípusosan nem fejeződik ki. A „reciprok keresztezés” olyan párosított keresztezés, amelynek során két genotípust keresztezünk úgy, hogy mindkét genotípust használjuk hím és nő egyedként. A „szemidomináns” kifejezés olyan gént vagy öröklődést jelent, amelynek során a heterozigóta forma fenotípusa a homozigóta és domináns forma és a homozigóta és recesszív forma között helyezkedik el. Ezt nevezik részleges dominanciának vagy nem teljes dominanciának is. Az SNU rövidítés keverési számegységet jelent, ami közel 8 centipoise egységgel egyenlő. SI egységbe történő átváltáshoz a centipoise-t 1000-rel kell megszorozni, vagyis egy Pa·sec=1000 cp, ami azt jelenti, hogy 1 SNU=0,008 Pa·sec. A viszkozitás egy folyadék belső súrlódásának mértékegysége, ami felfogható a folyadék konzisztenciájának vagy sűrűségének is. Végül, az elért megterhelés azt a megterhelést jelen-

ti, ahol az anyag nem lineáris, viszkoelasztikus viselkedést vesz fel (lásd az 1. ábrát).

A du génre heterozigóta és az ae és wx génekre homozigóta és recesszív mag előállításához ae du wx génekre homozigóta és recesszív növényeket porzunk keresztbe ae wx génekre homozigóta és recesszív növényekkel, és fordítva. A keresztbe beporzáshoz használt ae wx növények homozigóták és dominánsak a du génre.

Az ae és wx génekre homozigóta és recesszív, kettős mutáns növény kifejlesztéséhez recesszív, ae allélt hordozó növényt (A szülő) keresztbe természetünk egy recesszív, wx allélt hordozó növényvel (B szülő). A keresztezés utódait önbeporzással növesztve F2 generációjú magokat állítunk elő, amelyek mindkét recesszív gént hordozzák. Ha az A és B szülők homozigóták és recesszívek az ae és wx génekre, akkor az F2 utódok 1/16-da feltehetően homozigóta és recesszív mindkét génre. Az ae wx és du génekre homozigóta, hármas mutáns növény kifejlesztéséhez egy kettős mutáns ae wx növényt (C szülő) keresztbe természetünk egy recesszív, du allélt hordozó növényvel (D szülő). A keresztezés utódait önbeporzással növesztjük. Ha a C szülő homozigóta és recesszív az ae és wx génekre, és a D szülő homozigóta és recesszív a du génre, akkor az F2 utódok 1/64-de feltehetően homozigóta és recesszív az ae du wx génekre.

A találmány szerinti megoldásban a pollenből származó, szemidomináns Du allél egyik másolatának a fejlődő magra gyakorolt hatása kettős: megváltoztatja az endospermiumban termelt keményítő fizikai és funkcionális tulajdonságait, és jelentős mértékben fokozza a keményítő felhalmozódását az ae du wx hármas mutáns magokhoz képest. Az ae du wx hármas mutáns magok kevesebb, mint feleannyi keményítőt termelnek, mint a heterozigóta du mag. A felhalmozott keményítő kis mennyisége miatt az ae du wx hármas mutáns keményítőtermelési céllal nem termesztik. A találmány szerinti keményítő előállításához az ae du wx hármas mutáns növényeket keresztbe porozzuk az ae wx kettős mutáns növényekkel, és fordítva. Ha a kettős mutáns használjuk hím szülőként és a hármas mutáns használjuk női szülőként, a kapott mag endospermiuma két másolatban tartalmazza a recesszív du allélt, és egy másolatban tartalmazza a szemidomináns Du allélt. Az ilyen magból extrahált keményítő alacsony hőmérsékleten főzhető, és nagyobb csúcsviszkozitást mutat, mint a fordított keresztezésből származó keményítő. A fordított keresztezésnél az ae wx növényt ae du wx növényvel porozzuk be, és a kapott mag endospermiuma egy másolatban tartalmazza a recesszív du allélt, és két másolatban tartalmazza a szemidomináns Du allélt. Mindkét keresztezésből származó keményítő azonban nagyobb csúcsviszkozitást és alacsonyabb főzési hőmérsékletet mutat, mint a homozigóta ae wx magból származó keményítő.

A keresztbe beporzás elősegítése érdekében a női növényeket hímsterillé alakítjuk. Ez megvalósítható a hím pollentermelő rész eltávolításával, kémiai kezeléssel vagy genetikai úton, citoplazma hímsterilitás kialakításával. Kukoricában a növény hím része a címer, amely kézi vagy gépi úton könnyen eltávolítható. A ta-

lálmány szerinti megoldás megvalósításához kukorica esetén a hím és női genotípusokat szomszédos sorokban ültetjük el. Általában négy női sort egy sor hím növény vált fel. A női növényeket hímsterillé alakítjuk, és a hím növényekkel beporozzuk. A szemeket a női növényekről betakarítjuk a keményítő kinyeréséhez. Ennél a megoldásnál, amikor a beporzás irányát szabályozzuk, genetikailag egységes magot kapunk. Ezzel ellentétben, a jelenlegi magtermesztésnél véletlenszerű beporzás következik be, ami nem egységes magot eredményez. Az egységes magminőség a mag őrlése szempontjából fontos jellemző.

A találmány szerinti keményítő előállítható burgonyában (*Solanum tuberosum* L.) is, és a heterozigóta genotípus vegetatív szaporítással fenntartható. A találmány szerinti megoldáshoz szükséges, kettős mutáns ae wx genotípus és hármas mutáns ae du wx genotípus több módszerrel előállítható. A mutáns ae, du és wx gének a burgonyanövénybe több eljárással bevihetők, példáulként említendő a magok ionizáló sugárral vagy vegyi kezeléssel, így etil-metánszulfonáttal kiváltott mutációja, vagy a szövettenyésztésben kiváltott, szomaklonális mutáció. A legtöbb burgonyafajta diploid (vagyis két kromoszómakészlettel rendelkezik), bár a leggyakoribb *S. tuberosum* fajták tetraploid változatok (vagyis négy kromoszómakészletet tartalmaznak). A genetikai vizsgálatok elvégzése és homozigóta mutánsok kialakítása könnyebb a diploid fajtáknál, mint a tetraploid fajtáknál. A diploid fajták a tetraploid növényekből több eljárással előállíthatók, példáulként említendő a fajtaközi vagy génközi hibridizálás, besugárzás, vegyi kezelés vagy portok és pollentermesztés [Schultz-Schaeffer J.: *Cytogenetics-Plants, Animals, Humans*, 245, Springer Verlag New York Inc. (1980)]. Tetraploid *S. tuberosum* növények diploid *S. furea* növényekkel végzett beporzásával gyakran a női növényből származó, diploid embrió tartalmazó magokat kapunk [Hoopes R. W. és R. L. Plaisted: *Potato, Principles of Cultivar Development* 2, 385-437 (1987), kiadó: W. R. Fehr, Macmillan Publishing Company]. Diploid növényekben egyszeri mutáns azonosítható a keményítő analízisével vagy az ae, du és wx gének által szabályozott enzimek analízisével. Ha a diploid növényekben azonosítottuk az egyszeri ae, du vagy wx mutánsokat, akkor a fent ismertetett, szokásos növénytermesztési stratégiával kombinálhatók a mutáns gének az ae és wx, valamint az ae, du és wx génekre homozigóta, recesszív növényben. Az ae és wx vagy ae, du és wx génekre homozigóta, diploid növények keresztbe beporzással tetraploid növényekké alakíthatók. A diploid növények gyakran termelnek olyan redukáltan ivarsejteket, amelyek képesek a tetraploid növények ivarsejtjeinek megtermékenyítésére, és így tetraploid utódokat kapunk. Az utódokon önbeporzást végezve előállítjuk a szükséges homozigóta és recesszív, kettős és hármas mutáns növényeket. Az ae, du, wx génekre homozigóta, tetraploid növények virágjai ivartalaníthatók (a portokot eltávolítjuk), és az ae wx génekre homozigóta, tetraploid növényekkel beporozhatók, vagy fordítva, amelyek során a találmánynak megfelelő heterozigóta növényeket kapunk. A heterozigóta növények vegetati-

van szaporíthatók a keményítő extrahálására alkalmas gumók előállításához.

A találmányt közelebbről az alábbi példákkal mutatjuk be anélkül, hogy az oltalmi kör a példákra korlátozódna. A találmány szerinti megoldás minden olyan esetben alkalmazható, ahol tulajdonságai kihasználhatók, példaként említhető az élelmiszeripar, papíripar, műanyagipar, ragasztóipar és festékgyártás. A leírásban és a következő példákban megadott kitanítás alapján a növénytermesztésben jártas szakember különböző változtatásokat és módosításokat végezhet, amellyel a találmányt a különböző igényekhez és körülményekhez igazítja. Az oltalmi kör felöleli az összes lehetséges módosítást.

1. példa

A du génre heterozigóta, és az ae és wx génre homozigóta és recesszív mag előállításához szükséges termesztési eljárás

A példában a találmány szerinti keményítőt tartalmazó kukoricamag előállítását mutatjuk be.

A wx génre homozigóta és recesszív LH82 (Holden's Foundation Seed Co., Williamsburg, IA, USA) háttér kukoricánövényeket az ae génre homozigóta és recesszív OH43 háttérnövényvel porozzuk be. A Holden's féle LH82 helyett bármely olyan kukoricavonal alkalmazható, amely jó agronómiai tulajdonságokkal rendelkezik, nagymennyiségű magot termesz, és a wx génre homozigóta és recesszív. Megfelelő vonalként említhető például a B37 viaszos kukorica vagy OH43 viaszos kukorica (mindkettő Purdue University, West Lafayette, IN, USA). A keresztbe beporzás utódait önbeperozással természetve F2 generációjú magot állítunk elő. Az ae és wx géneket egyidejűleg hordozó, egyszeres F2 magokat vizuálisan kiválogatjuk. Azok a magok, amelyek mindkét mutáns gént hordozzák, jobban össze vannak száradva, mint a két recesszív gén közül csak az egyiket hordozó magok. A kettős mutáns magokat elültetjük, és virágzáskor keresztbe beporozzuk az ae, du és wx génekre homozigóta és recesszív IA453 háttér kukoricánövénybe, amikor is találmány szerinti növényt kapunk. Az IA453 kukoricánövény magjait az American Type Culture Collection (ATCC) gyűjteményben a Budapesti Szerződés előírásai szerint 1994. február 23-án az ATCC 75687 számon deponáltuk. Ezzel a keresztbe beporzással egy másolat, szemidomináns Du allélt hordozó magot kapunk. Reciprok keresztezést is végzünk, amelynek során az ae du wx hármast keresztezünk beporozzuk az ae wx kettős mutáns növényekre, amelynek során két másolat, szemidomináns Du allélt tartalmazó magot kapunk. A kettős mutáns ae wx növényekkel szintén önbeperozást végzünk, amelynek során azt találtuk, hogy az ae és wx génekre hűen termesztethető.

A du génre heterozigóta és az ae és wx génekre homozigóta és recesszív magot aDx magnak nevezzük, ami azt jelöli, hogy a sejtek legalább egy másolat, szemidomináns Du allélt hordoznak. A du génre heterozigóta, és az ae és wx génre homozigóta és recesszív magból extrahált keményítőt aDx keményítőnek nevezzük.

2. példa

A keményítő extrahálása és reológiája

- Keményítőt extrahálunk az aDx magokból és az 1. példában leírt módon előállított ae wx magokból. Minden mintához 15,0 g ép magot 50 ml-es Erlenmeyer-lombikba mérünk. 40 ml áztatóoldatot adunk a mintához, amelynek előállításához 1 vegyes% tejsavat és 0,3 vegyes% nátrium-meta-biszulfitot tartalmazó, vizes oldatot nátrium-hidroxiddal pH=3,82 értékre állítunk.
- 10 A szorosan lezárt lombikokat 18–24 órán keresztül 52 °C hőmérsékleten tartjuk, majd a magokról a folyadékot leöntjük, és a magokat vízzel öblítjük. A mag burkát és a csírákat minden magról éles spatulával eltávolítjuk. Szűrőkészüléket állítunk elő úgy, hogy egy 15 cm-es műanyag tölcserre 72 µm-es szűrőt feszítünk ki egy gumiszalaggal, majd a tölcser szárát egy egyliteres főzőpohárba állítjuk. A csírátlanított magokat egy 120 ml-es, négyszögletes üvegedénybe helyezük, és mintegy 50 ml 50 mmol/l nátrium-klorid-oldatot adunk hozzá.
- 20 Egy 20 mm-es Polytron pálcával (Kinematica GmbH, Kriens-Luzern, Svájc) a magokat váltakozva aprítjuk és szűrjük a szűrőhálón, amíg a szűrő mikroszkopikus vizsgálatával ép keményítőtartalmú sejt már nem mutatható ki. Az aprítás sebességét és időtartamát eközben 30 másodpercről és félsebességről indulva 90 másodpercre és teljes sebességre növeljük. Általában 4-5 aprításra van szükség, és mintegy 30 g jeget alkalmazunk a teljes sebességű aprításnál a túlmelegedés megakadályozására. Az egyesített szűrletet a főzőpohárban 50 mmol/l nátrium-klorid-oldattal 400 ml-re töltjük fel, és azonos térfogatú toluolt adunk hozzá. Az elegyet mágneses keverőn egy órán keresztül kevertetjük, a két fázis teljes emulgeálásához szükséges sebességgel. A főzőpoharat alumíniumfóliával lefedjük, és a fázisokat egy éjszakán keresztül hagyjuk szétválni. A felső, toluolos fázist eltávolítjuk. A főzőpohár alján maradó keményítőszuszpenziót felrázzuk, 250 ml-es centrifugacsőbe töltjük, és 15 percen keresztül 25 000 RCF értéken centrifugáljuk. A felülúszót eldobjuk, a keményítőt egymás után vízzel és acetonnal mossuk, és a fentiek szerint centrifugáljuk. Az acetont dekantáljuk, és füstelszívóban egy éjszakán keresztül szobahőmérsékleten szárítjuk.

Egy ThermoCline software-rel ellátott, nagyérzékenységű Rapid Visco Analyzert (RVA, Newport Scientific, Sydney, Ausztrália) használunk a ragasztás-görbe felvételéhez az alábbi hőmérsékletprofilal: induló hőmérséklet 50 °C, 0,5 percen keresztül 50 °C hőmérsékleten tartjuk, majd 4 percen keresztül lineáris fűtés 95 °C hőmérsékletig, 2,5 percen keresztül 95 °C hőmérsékleten tartjuk, majd 4 percen keresztül lineáris hűtés 50 °C hőmérsékletig, és 4 percen keresztül 50 °C hőmérsékleten tartjuk.

A találmány szerinti keményítő kiváló tulajdonságait a 2 g keményítővel 20 ml vízben felvett ragasztás-görbe (más néven RVA profil) mutatja (lásd a 2. ábrát). A 2. és 3. ábra aDx keményítő RVA profilját mutatja. A 2. ábrán megtalálható továbbá normál lófogú kukoricamagból és wx, ae wx és du wx génekre homozigóta magokból extrahált keményítő RVA profilja. Az aDx keményítő különleges tulajdonságainak meghatá-

rozása után 1,5 g keményítővel 25 ml foszfát-citrát-pufferben pH=6,5 értéken is meghatározzuk az RVA profilt (lásd a 3. ábrát), ami jobban közelíti a keményítőanalízis ipari szabványát. A 3. ábrán az endospermium sejtjeiben egy másolat, szemidomináns Du allélt tartalmazó magokból származó, ae du wx ae wx reciprok keresztezésből, és az endospermium sejtjeiben két másolat, szemidomináns Du allélt tartalmazó magokból származó, ae wx és a ae du wx reciprok keresztezésből származó keményítő, valamint ae du wx homozigóta recesszív magokból származó keményítő RVA profilját hasonlítjuk össze. A 4. ábra szimulált, savas élelmiszertermékben felvett RVA profilt mutat, amelyhez 15% szacharózt és 5% keményítőt tartalmazó citrát-puffert használunk pH=2,95 értéken. Az RVA görbék szerint az aDx keményítő közelíti legjobban a kémiai keresztkötésekkel módosított keményítő (400 Stabilizer) viszkozitását és stabilitását. Emellett az aDx keményítő sokkal nagyobb viszkozitást mutat, mint az ae wx keményítő, és sokkal nagyobb stabilitást mutat, mint a viaszos vgy du wx keményítő.

Két reológiai tesztet, a megterhelés vizsgálatát és viszkozimetriás vizsgálatot végzünk az aDx keményítő különleges tulajdonságainak közelebbi meghatározásához, és az ae wx keményítővel történő összehasonlításához. A vizsgálatot száraz anyagra vonatkoztatva 5 tömeg% keményítőt tartalmazó mintán végezzük, amit RVA-ban 15 percen keresztül, a fent megadott idő/hőmérséklet profil szerint főzünk. Főzés után és a reológiai tesztek előtt a mintákat egy órán keresztül 25 °C hőmérsékletű vízfürdőben tároljuk. A megterhelésvizsgálatot és a viszkozimetriás mérést 25 °C hőmérsékleten egy Bohlin VOR reométerben (Bohlin Instruments, Cranbury, NJ, USA) végezzük, C14 küvetta geometria mellett. Az adatok összegyűjtésére és kiértékelésére BRS4.1 Bohlin software-t, és a megterhelésvizsgálat és a viszkozimetriás mérés elvégzéséhez a software-en belül a Jobstream üzemmódot használjuk. A mintát C14 mintatartó edénybe töltjük úgy, hogy legalább 1 mm vastag réteg legyen a jelölés felett. A minta nedvességtartalmának megtartása érdekében oldószercsapdát (Bohlin Instruments) használunk. A betöltés hatásának kiküszöbölése érdekében a mintát 30 másodpercen keresztül alacsony nyíróerőnek (18^{s-1}) tesszük ki. Ezután programoztatott késleltetés (legalább 5 perc) szükséges a minta regenerálódásához, majd elvégezzük a tesztvizsgálatot. Ezután újabb késleltetést iktatunk be, majd ugyanazon a mintán elvégezzük a viszkozimetriás mérést. Minden mintánál ugyanazokat a mérési paramétereket alkalmazzuk.

A megterhelésvizsgálat egy dinamikus, szinuszos oszcillációs teszt, amit 1 Hz frekvencián végzünk 0,02–20% megterhelés mellett. A vizsgálattal meghatározható az elasztikus modulus és a viszkózus modulus, a fáziskésés és a dinamikus viszkozitás a különböző megterhelési szintekhez.

A megterhelésvizsgálat adataiból számoljuk a plaszticitást, az elért megterhelést, a gélmínőséget és a gélszilárdságot (1. táblázat). Az RVA és a reológiai analízis igazolja, hogy az aDx keményítő az ae wx keményítő-

tól lényegesen eltérő reológiai tulajdonságokkal rendelkezik. Az aDx keményítő alacsonyabb hőmérsékleten ragad, mint az ae wx keményítő (83 °C a 87 °C helyett), és az aDx szemcsék mintegy 50%-kal gyorsabban duzzadnak, és nagyobb viszkozitást eredményeznek 95 °C hőmérsékleten. A mintát 95 °C hőmérséklet-ről 50 °C hőmérsékletre hűtve az aDx keményítő lényegesen nagyobb viszkozitást mutat, mint az ae wx keményítő. A nyírás hatására bekövetkező vékonyodás- és stabilitásjellemzők hasonlóak az aDx és az ae wx keményítőnél. Megterhelésmentes állapotban mindkét keményítőtípus hasonló gélszilárdságot mutat. Az ae wx keményítő azonban nagyon gyenge gélt (a szilárdság 50%-kal csökken az aDx keményítőnél mért 20%-kal szemben) eredményez kismértékű (20%) megterhelés mellett.

Az aDx és ae wx keményítők reológiai tulajdonságait az 1. táblázatban foglaltuk össze, ahol az aDx keményítőre megadott adatok három mérés átlagai.

1. táblázat

Keményítőtípus	aDx	ae wx
Plaszticitás (Pa)	0,1718	1,6172
Gélmínőség (megterhelés nélkül)	0,1723	0,0731
Gélmínőség (20% megterhelés)	0,2779	1,1765
Gélszilárdság (Pa, megterhelés nélkül)	70,89	51,21
Gélszilárdság (Pa, 20% megterhelés)	56,05	26,25
Elért megterhelés	0,072	0,099

Megterhelésmentes állapotban az ae wx paszta valamivel határozottabb szilárdanyagszerű viselkedést mutat, mint az aDx minta, de kismértékű megterhelés hatására erősen folyadékszerű viselkedést vesz fel, míg az aDx minta megőrzi szilárdanyagszerű viselkedését (lásd az 1. táblázatban megadott plaszticitás és gélmínőség értékeket).

3. példa

Találmány szerinti keményítőt tartalmazó, savas élelmiszer előállítás

Ebben a példában az amilózhosszabbító és viaszos génre homozigóta és recesszív, és a lassú génre heterozigóta növényből (aDx) nyert keményítő előnyös élelmiszer-ipari alkalmazhatóságát mutatjuk be. Ez a keményítő felhasználható a koleszterinmentes süteményekben alkalmazható citromkrém sűrítőszerként, ahol előnyösebben alkalmazható, mint a keresztkötéses viaszos keményítő vagy a kereskedelmi forgalomban kapható lassú viaszos keményítő.

Három, süteményekben alkalmazható krémet állítunk elő, amelyek csak a felhasznált keményítőben térnek el. A vizsgált három keményítő a 400 Stabilizer és az Amaizo 2522F nevű keményítő, és az aDx keményítő. A 400 Stabilizer egy keresztkötéses viaszos kukori-

cakeményítő, és az Amaizo 2522F a lassú és viaszos génekre homozigóta és recesszív kukoricából nyert keményítő (mindkettő American Maize-Products Company, Hammond, IN, USA). Az aDx keményítőt a 2. példában leírt módon az amilózhosszabbító és viaszos génekre homozigóta és recesszív, és a lassú génekre heterozigóta kukoricából extraháljuk, amelyek előállításához amilózae du wx csöveket a du wx kukoricánövényekből származó pollennel porozunk be.

A süteménykrém előállításához a 2. táblázatban felsorolt komponenseket összekeverjük, és 120 fordulat/perc értéken kevertetve 88 °C hőmérsékletre melegítjük. Három percen keresztül ezen a hőmérsékleten kevertetjük, majd edényekbe töltjük, lezárjuk, és 4 °C hőmérsékletre hűtjük. 18 óra elteltével két reológiai tesztet, megterhelésvizsgálatot és viszkozimetriás mérést, végzünk. A krémet ezenkívül előre megsütött süteménylapokra öntjük vizuális megfigyelés céljából.

2. táblázat

Komponensek	tömeg%	gramm
Víz	60,0	300,0
Cukor	15,0	75,0
Lo-Dex 5 (American Maize-Products Co.)	7,5	37,5

Komponensek	tömeg%	gramm
Kukoricaszirup (Karo Light)	5,0	25,0
Keményítő	5,0	25,0
Megolvasztott növényi zsiradék (Crisco)	4,6	23,0

Komponensek	tömeg%	gramm
Maltóz	1,75	8,75
Citromkivonat	0,70	3,50
Citromsav	0,25	1,25
FD&C sárga 5 színezék (4% oldat)	0,10	0,50
Nátrium-benzoát	0,10	0,50

Az analízis során 2. példa szerinti megterhelésvizsgálatot és viszkozimetriás mérést végzünk. A süteménykrém tárolási stabilitásának vizsgálatához a mintákat egy héten keresztül fagyaszttjuk, majd a reológiai vizsgálatokat 25 °C hőmérsékleten végezzük. A friss és egyhetes citromkrém reológiai tulajdonságait a 3. táblázatban adjuk meg. A plaszticitás-, elért megterhelés-, gélmínőség- és gélszilárdságadatok alapján látható, hogy az aDx keményítő simább, jobban tárolható citromkrémet eredményez, mint a du wx keményítő vagy 400 Stabilizer keményítő.

3. táblázat

Keményítőtípus	aDx	aDx	du wx	du wx	400	400
	(1 hetes)		(1 hetes)		(1 hetes)	
Plaszticitás (Pa)	0,5741	0,7640	0,1257	0,8487	0,4071	0,9064
Gélminőség (megterhelés nélkül)	0,1618	0,0951	0,3191	0,1734	0,1905	0,1666
Gélminőség (20% megterhelés)	1,0741	1,1852	0,4118	1,0000	0,3956	0,8298
Gélszilárdság (Pa, megterhelés nélkül)	100,1	185,8	48,5	543,4	146,6	177,0
Gélszilárdság (Pa, 20% megterhelés)	39,6	41,9	36,8	226,3	97,9	61,1
Elért megterhelés	0,022	0,022	0,050	0,055	0,089	0,067

A friss süteménykrémek hasonló gélmínőséget, vagyis szilárdanyagyszerű, illetve folyadékszerű viselkedést mutatnak megterhelés nélkül. 20 megterhelés esetén az aDx keményítő inkább folyadékszerű viselkedést mutat. Az egyhetes süteménykrémek reológiai tulajdonságai jelentős mértékben változnak a friss krémhez viszonyítva. A kereskedelmi alkalmazáshoz fontos szempont a stabilitás, ha az élelmiszer hosszabb időn keresztül az üzletek polcán vagy az otthoni hűtőszekrényekben marad. A tárolás során a du wx krém mutatja a legnagyobb változást a plaszticitás és a gélmínőség szempontjából, míg az aDx krémnél mérhető a legkisebb változás. A du wx krém gélszilárdsága tárolás során jelentős mértékben megnő, míg az aDx és a 400 Stabilizer a krém sokkal stabilabb. Az aDx krém mutatja a három közül a legalacsonyabb elért megterhelést, és ez az érték egyhetes hűtés során stabil marad. Az alacsony elért megterhelést mutató

élelmiszerek (így a Crisco) porhanyós textúrával rendelkeznek, és a szájban krémes érzést váltanak ki.

Az aDx keményítővel előállított süteménykrém textúrája és vizuális megjelenése előnyösebb, mint a 400 Stabilizer és a du wx keményítő esetében. A 400 Stabilizer folyékony és híg megjelenésű, kevés szilárdanyag-tartalommal, az Amaizo 2522F krém még mindig túl könnyen megfolyik, de az aDx keményítővel előállított krém jó felépítésű, magas süteményt eredményez. Ezek a megfigyelések megerősítik a reológiai tesztek eredményeit, és ismét igazolják az aDx keményítő tulajdonságát és alkalmazhatóságát.

A találmány szerinti megoldás előnyös megvalósítási módjait bemutató jelleggel ismertettük, és ez nem jelenti az oltalmi kör korlátozását. A következő igénypontok felölelik a találmány előnyös megvalósítási módjainak összes módosítását.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Növényi rész, *azzal jellemezve*, hogy keményítő-tartalmú növényről származik, amely olyan genomot tartalmaz, amely homozigóta és recesszív a viaszos (wx) génre, és az amidózhosszabbító (ae) génre, és heterozigóta a lassú (du) génre.

2. Az 1. igénypont szerinti növényi rész, *azzal jellemezve*, hogy a genom egy másolat, szemidomináns, lassú (Du) allélt tartalmaz.

3. Az 1. igénypont szerinti növényi rész, *azzal jellemezve*, hogy a genom két másolat, szemidomináns, lassú (Du) allélt tartalmaz.

4. Az 1. igénypont szerinti növényi rész, *azzal jellemezve*, hogy a keményítőtartalmú növény kukorica.

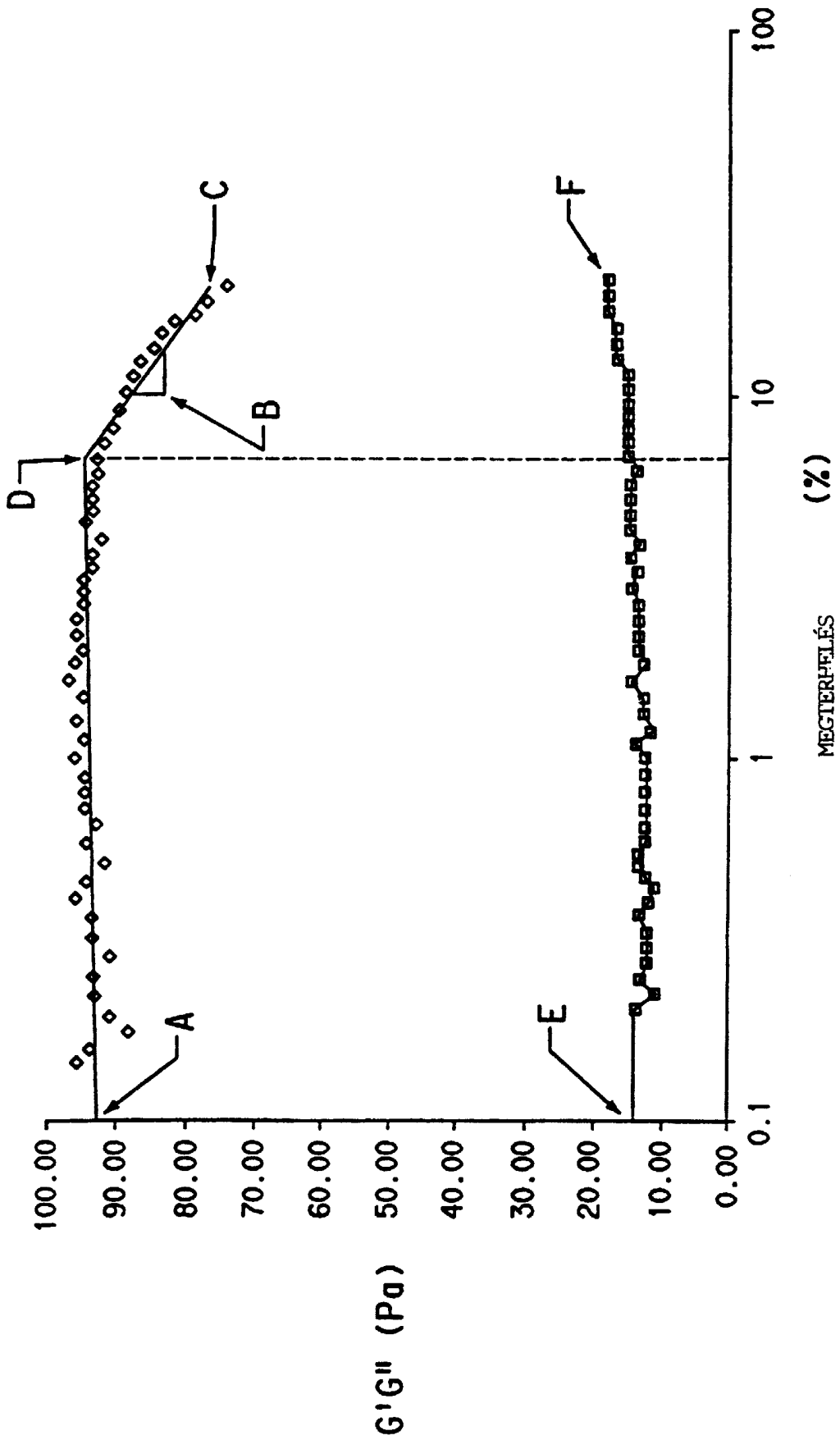
5. Eljárás növényi rész előállítására, amely keményítőtartalmú növényről származik, amely olyan genomot

tartalmaz, amely homozigóta és recesszív a viaszos (wx) génre, és az amidózhosszabbító (ae) génre, és heterozigóta a lassú (du) génre, *azzal jellemezve*, hogy olyan növényt, amely homozigóta és recesszív a viaszos (wx) génre, a lassú (du) génre és az amidózhosszabbító (ae) génre, keresztbe beporzunk olyan növényvel, amely homozigóta és recesszív az amidózhosszabbító (ae) génre és a viaszos (wx) génre, és homozigóta domináns a lassú (du) génre, vagy fordítva.

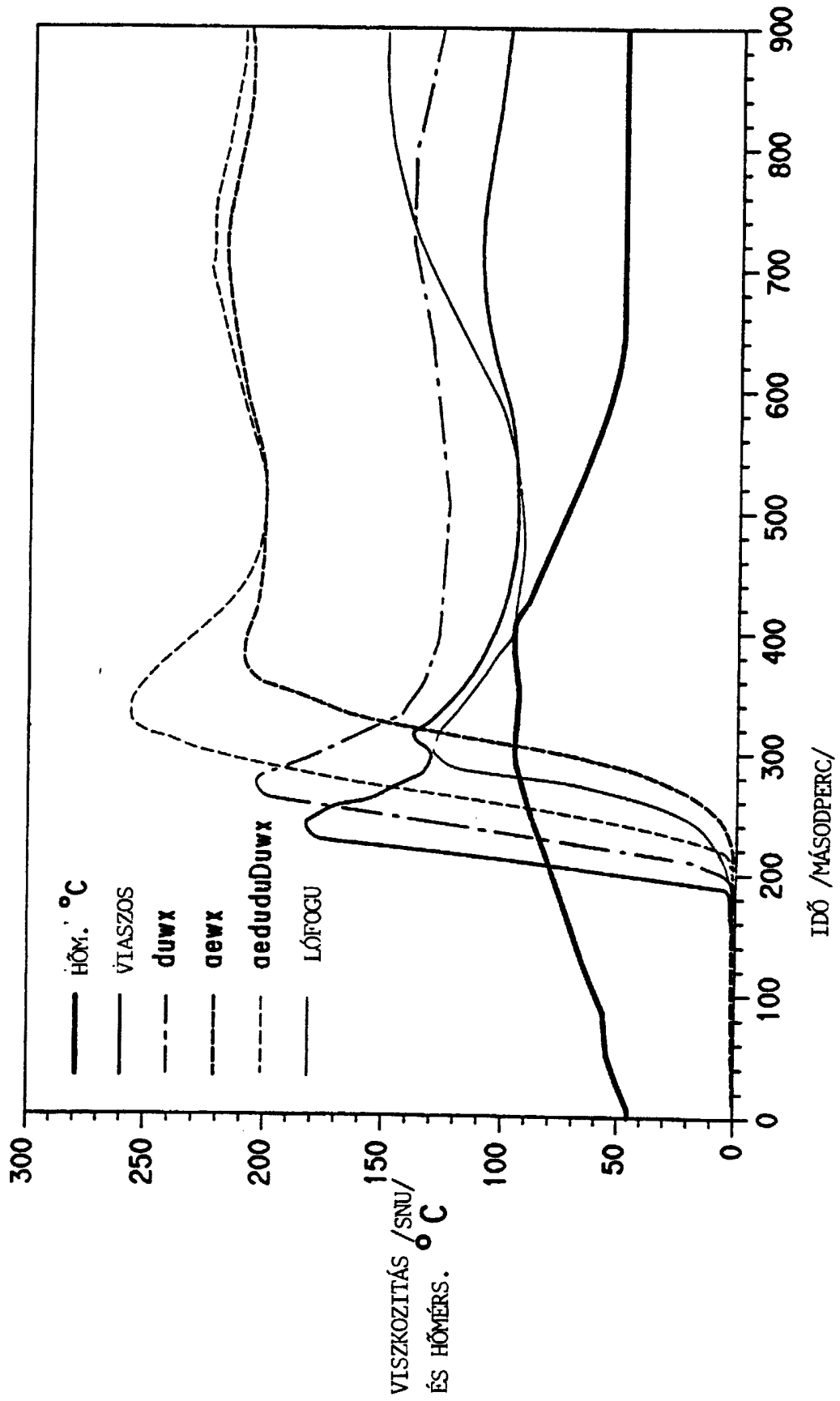
10 6. Eljárás keményítő előállítására, *azzal jellemezve*, hogy 5. igénypont szerint előállított növényi részt extrahálunk.

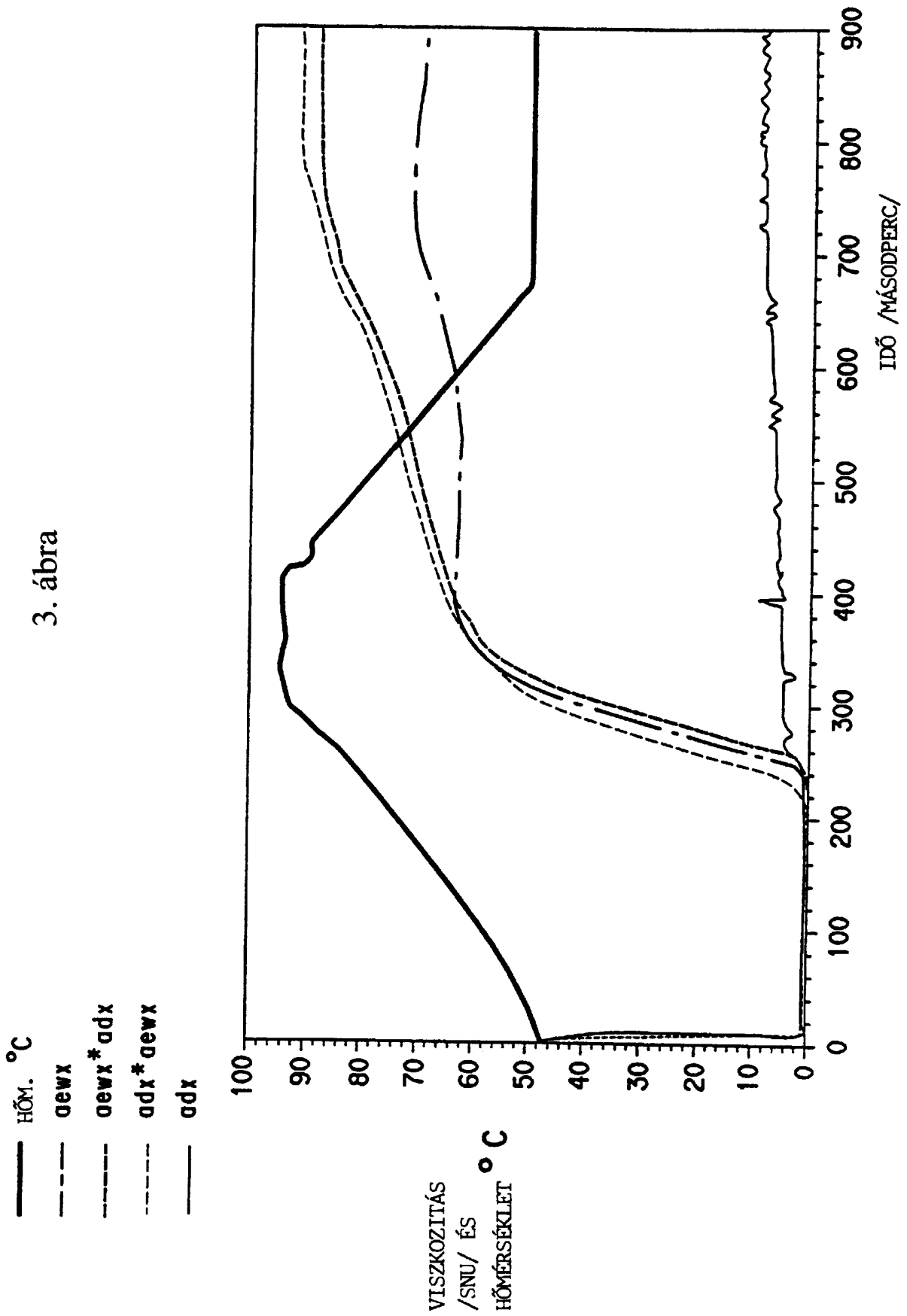
15 7. Eljárás 6. igénypont szerint előállított keményítőt tartalmazó kolloid oldat előállítására, *azzal jellemezve*, hogy vízből és hatékony mennyiségű keményítőből szuszpenziót készítünk, és a szuszpenziót a kolloid oldat kialakulásáig melegítjük.

1. ábra



2. ábra





4. ábra

