

P9602234

KÖZZÉTÉTELI  
PÉLDÁNY

74512

/96

*„Olajtartalmában javított összetételű kukorica növény és termékei”*

### Kivonat

A találmány tárgya kukorica termés, amelynek előállításához egy mezőgazdaságilag előnyös, nagyhozamú, nagy olajsavtartalmú és adott esetben nagy olajtartalmú női kukorica növényt közeli szomszédságba ültetünk egy nagy olajtartalmú, nagy olajsavtartalmú, adott esetben nagyhozamú, és/vagy mezőgazdaságilag előnyös hím kukorica növényhez.

A találmány kiterjed a nagy olajsavtartalmú kukorica fajtákra, ezek utódaira, a fajták előállítására, valamint ezek alkalmazására.

jel. absz. p

Székely

**KÖZZÉTÉTELI  
PÉLDÁNY**

Neu...  
72 66 -  
1 66

**Olajtartalmában javított összetételű kukorica  
növény és termékei**

A találmány kukorica (*Zea mays* L.) termés, amely szignifikánsan nagyobb olajsavtartalmat mutat. A nagy olajsavtartalmat fokozott olajtartalomra és olajsavtartalomra és/vagy csökkentett linolsavtartalomra vonatkozó örökölhető gének biztosítják. A találmány kiterjed a nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú termés előállítására, az ilyen termésből nyerhető növényre és növényrészre, valamint a termés alkalmazására.

A kukoricaolaj elsősorban páros számú szénatomot tartalmazó zsírsavakból épül fel. A szokásos kukoricaolaj

zsírsav összetétele mintegy 12 tömeg% palmitinsav (16:0), 2 tömeg% sztearinsav (18:0), 25 tömeg% olajsav (18:1), 60 tömeg% linolsav (18:2) és 1 tömeg% linolénsav (18:3). A palmitinsav és a sztearinsav telített zsírsav, mivel szénlánc csak egyszeres kötéseket tartalmaz, és a szénlánc hidrogénatomokkal van telítve. Az olajsav, linolsav és linolénsav 1, 2 és 3 kettős kötést tartalmaz, és ezért telítetlen zsírsav. A kukoricaolajban található zsírsavak szinte mindig a glicerín hidroxilcsoportjaival kialakított észter formájában fordulnak elő, vagyis triglicerideket képeznek. A tisztított kukoricaolaj mintegy 99 tömeg% trigliceridet tartalmaz (Corn Oil, Corn Refiners Association Inc., 1001 Connecticut Ave., N.W. Washington DC 20036, (1986) 24. oldal).

Levegő hatására a telítetlen zsírsavak könnyen oxidálódnak, amelynek hatására az olaj megavasodik. Az oxidációt gyorsítja a magas hőmérséklet, így a sütés közben jelentkező magas hőmérséklet. Az oxidáció mértéke függ a zsírsavban található kettős kötések számától. Ennek megfelelően, a két darab kettős kötést tartalmazó linolsav kevésbé stabil, mint az egy darab kettős kötést tartalmazó olajsav. Az oxidáció csökkenti a kukoricaolajat tartalmazó termékek tárolási idejét, mert az olajban nagy mennyiségű linolsav található. A kukoricaolajat és a kukoricaolajat tartalmazó termékeket gyakran nitrogén alatt csomagolják speciális csomagolóanyagba, így műanyagba vagy laminált fóliába, vagy fagyasztás közben tárolják a tárolási idő növelése érdekében. Az oxidáció csökkentését és az ava-

sodás elkerülését célzó külön intézkedések növelik a kukoricaolajat tartalmazó termékek árát.

Az oxidáció kukoricaolajra gyakorolt hatása csökkentésének másik módja az olaj kémiai hidrogénezése. Ez a kereskedelmi szempontból fontos eljárás, amelynek során hidrogént addicionálnak a telítetlen zsírsavak kettős kötéseire, megváltoztatja az olaj fizikai tulajdonságait, és megnöveli a kukoricaolajat tartalmazó termékek tárolási idejét. Hidrogénezett növényi olajokat alkalmaznak például margarin, salátaöntet, főzőolaj és növényi zsír előállításához. Az USA-ban előállított kukoricaolaj mintegy 40-50 %-át főzőolajként vagy salátaolajként hasznosítják (Fitch B.: JAOCS, 62(11), 1524-1531 (1985)). A genetikai módszerekkel stabilizált olaj előállítása jelentős mértékben csökkentené a kémiai hidrogénezés idejét és költségeit.

A kukoricaolaj kémiai hidrogénezésével összefüggő gazdasági faktorok mellett humán egészségügyi okok is indokolják nagy olajsavtartalmú természetes olaj előállítását. A hidrogénezés során a zsírsav kettős kötéseit teljesen hidrogénezik, vagy cisz-konfigurációból transz-konfigurációvá alakítják. A cisz kettős kötések fokozzák a zsírsavmolekula hajlékonyságát, ami megakadályozza a kristályosodást, és az olajat szobahőmérsékleten folyékony halmazállapotban tartja. A hidrogénezés során a cisz kötések kiegyenesednek, és transz kötéseké alakulnak, miáltal az olaj szobahőmérsékleten megszilárdul. A transz zsírsavak koleszterinszintre gyakorolt hatásának vizsgálata során kimutatták, hogy az olajsav transz izomerje a vér

koleszterinszintjét legalább olyan mértékben növeli, mint a telített zsírsav, amelyről régebb óta ismert, hogy embereknel növeli a koleszterinszintet (Mensink R.P. és Katan B.K.: N. Engl. J. Med. 323: 439-445 (1990)). A vizsgálatok kimutatták továbbá, hogy a túl alacsony lipoprotein szint növeli és a megfelelően magas lipoprotein szint csökkenti a transz zsírsavakban dús táplálék hatását. Nagy mennyiségű transz zsírsav található a margarinban, növényi zsiradékban és főzéshez alkalmazott olajban, ahol a humán táplálékokban előforduló legkedvezőtlenebb transz zsírsav az olajsav transz izomerje, vagyis az elaidinsav. Egy természetes eredetű, nagy olajsavtartalmú kukoricaolaj, amely nem tartalmaz elaidinsavat, kiküszöböli a fenti hátrányokat, és kielégíti az olyan emberek igényét, akik táplálkozásukkal kívánják szabályozni a koleszterinszintet.

Az emberi táplálkozás javítható továbbá a telített zsírsavak fogyasztásának csökkentésével. Az emberi táplálkozás során a legtöbb telített zsírsavat a húsfélék fogyasztásával kapjuk. A baromfi és sertés takarmánya gyakran tartalmaz állati zsírt, amely nagy mennyiségű telített zsírsavat tartalmaz, és ezért energiaforrásként szolgál. A nem-kérődző állatok, így a fent említett állatok, nagyon érzékenyek a szövetek zsírtartalmának megváltozásában, amit a takarmány megváltozása okozhat (M.F. Miller és munkatársai: J. Anim. Sci. 68: 1624-1631 (1990)). Az állati takarmány nagy részét kukoricából állítják elő, ami általában csak mintegy 4 tömeg% olajat tartalmaz. A takarmányban alkalmazott kiegészítő állati

zsír egy részének vagy teljes mennyiségének nagy olajtartalmú, így akár 10 tömeg% olajat tartalmazó kukorica-fajtákból származó olajjal történő kiváltásával csökkenthető az állatokból kapott hús telített zsírtartalma. Sertések nagymennyiségű olajsavat tartalmazó takarmánnyal történő etetése során kimutatták, hogy a zsírszövet olajsavtartalma növelhető anélkül, hogy ez károsan befolyásolná a hús minőségét (M.F. Miller és munkatársai idézett műve; L.C. St. John és munkatársai: J. Anim. Sci., 64: 1441-1447 (1987)). Az olajban található zsírsavak telítettségének mértéke határozza meg azt, hogy az olaj folyékony vagy szilárd. A vizsgálatokban a nagy olajsavtartalmú takarmánnyal táplált állatoknál a hús minősége kielégíti a húsfeldolgozó ipar igényeit, mivel az kevés többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmaz. Ebből az következik, hogy a nagy olajsavtartalmú és nagy olajtartalmú kukorica takarmányozási célból előnyösebb, mint a nagymennyiségű linolsavat tartalmazó nagy olajtartalmú kukorica. A monotelítetlen zsírsavak fogyasztása csökkenti az LDL-szintet, de nem befolyásolja a HDL-szintet (Mattson F.R. és Grundy S.M.: J. Lipid Res. 26: 194 (1985)). A HDL feladata a koleszterin szervezetből történő eltávolítása (lásd L.C. St. John idézett művét). A nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukoricával táplált állatokból előállított húsfélék egészségesebb emberi táplálkozást biztosítanak.

A kukoricamag kettős megtermékenyítés eredménye (Kiesselbach T.A.: The Structure and Reproduction of Corn, University of Nebraska Press, (1980)). Ez azt je-

lenti, hogy mind a diploid embrió (a csíra és a hajtás kezdeménye), mind a triploid endospermium (a csírat körülvevő tápláló szövetek) tartalmaz olyan géneket, amelyek a hím és női szülőkből származnak. A termés összetételét és minőségét befolyásoló gének elég egyformák ahhoz, hogy a legtöbb szabadföldi beltenyésztett kukorica vonalnál egy tetszőleges női növény nagyszámú hím növénnel történő keresztezése nem vált ki jelentős változásokat a kapott mag vagy termés összetételében vagy minőségében. Ezért különböző szabadföldi kukorica hibridek beporzási közelségbe történő elültetésével a legtöbb esetben nem befolyásoljuk lényegesen az egyes típusokról betakarított termés minőségét.

Ezzel ellentétben, egyes kereskedelmi beltenyésztett kukorica fajták vagy hibridek tartalmaznak olyan géneket, amelyek lényegesen módosítják a termés minőségét. Az ilyen hibridekre példaként említhetők a viaszos gént hordozó hibridek. A viaszos gént hordozó hibrideket izolálni kell a normál, nem viaszos beltenyésztett kukorica fajtáktól vagy hibridektől a viaszos mag vagy termés elkülönítése érdekében. Ha egy nem viaszos pollen (ami a legtöbb szabadföldi beltenyésztett kukorica fajtánál és hibridnél megtalálható) egy viaszos beltenyésztett fajtát vagy hibridet termékenyít meg, akkor a kapott mag nem-viaszos jellegű lesz, még akkor is, ha az azonos csövön található, de viaszos pollenből származó szomszédos magok viaszos jellegűek maradnak. A pollen genotípusának a mag jellemzőire gyakorolt fenti közvetlen hatását „xenia”-nak nevezzük, és az ilyen magok hibrid természetű felismerhető a

különleges fenotípusos jellemzőkről (szin, alak vagy méret), amelyeket a pollen genotípusa közvetlenül vált ki (Rieger R., Michaelis A. és Green M.M.: A Glossary of Genetics and Cytogenetics, Springer-Verlag, New York, (1968)). A pollen genotípusának a termés minőségére gyakorolt közvetlen hatása megfigyelhető a nagy olajtartalmú kukorica növényekből származó pollennél is (Alexander D.E. és Lambert R.J.: Relationship of Kernel Oil Content to Yield in Maize Crop Science 8: 272-274 (1968)).

Az olajsav kukoricában történő termelését gének szabályozzák, de az öröklődés módja még csak részben ismert. A mag olajtermelése főként a csírában játszódik le. A zsírsav bioszintézisét egy többlépéses biokémiai folyamat szabályozza, amelynek során telített zsírsavak, így palmitinsav és sztearinsav szintetizálódnak, és ezek utólagos dehidrogénezéssel olajsavvá, linolsavvá és linolénsavvá alakulnak (Lipid Metabolism, Introduction to Plant Biochemistry, 2. kiadás, Pergamon Press, Goodwin és Mercer, 273-327 (1983)). A magban található olajsav és linolsav mennyiségét egyetlen génhely szabályozza, amelynek jele *ln* (Poneleit C.G. és Alexander D.E. Science, 147: 1585-1586 (1965)). Későbbi vizsgálatok kimutatták, hogy az olajsav öröklődésének módja sokkal összetettebb, mint azt korábban feltételezték. Legalább két olyan hely létezik, amely szabályozza az olajsav szintjét (de la Roche és munkatársai: Crop. Sci. 11: 856-859 (1971)). Nyolc különböző reciprok keresztezésre és a szülőként alkalmazott beltenyésztett vonalakra kiterjedő vizsgálattal igazolták, hogy a megnövelt olajsavtartalom öröklődése

kukoricában domináns, részben domináns és recesszív gén hatások eredménye (Jellum M.D.: J. Hered. 57: 243-244 (1966)). Csak egy olyan irodalom található, amelyben tárgyalják az olajsav nagy olajtartalmú IHO kukoricavonalban történő öröklődését (de la Roche és munkatársai idézett műve). A cikk szerint a kukoricaolaj minősége javítható a linolsav tartalom növelésével. A bemutatott adatok a linolsav mennyiségét mutatják, ami az IHO esetében az olajtartalomra vonatkoztatva mintegy 47 tömeg%. Az általunk több ezer mintán elvégzett kísérletek szerint fordított összefüggés van az olajsav és a linolsav mennyisége között. A 47 tömeg% linolsavat tartalmazó vonal 35-40 tömeg% olajsavat tartalmaz, ami lényegesen alacsonyabb, mint a találmány szerinti termés olajtartalma. Emellett, az IHO mezőgazdaságilag nem előnyös vonal, és ezért kereskedelmi forgalmazásra nem termesztik (Glover D.V. és Mertz E.T.: Corn, Nutritional Quality of Cereal Grains: Genetic and Agronomic Improvement, Agronomy Monograph, 28. szám, (1987), 7. fejezet, 183-336; Fitch B.: JAOCS, 62(11), 1524-1531 (1985)).

Növények zsírsav profiljának vizsgálata során azt találták, hogy nagyobb genetikai különbségek léteznek az idegen eredetű kukorica fajtáknál, mint az amerikai fajtáknál (Jellum M.D.: J. Arg. Food Chem. 18(3), 365-370 (1970)). Több, mint ötven különböző országból származó csíraplaszma vizsgálata szerint az olajsavtartalom 14-64 tömeg%. Növények behozatala értékes forrást jelent különböző tulajdonságokra, így az olajsavtartalomra vonatkozó genetikai sokféleség biztosításához. Idegen eredetű

behozott növényekből származó gének előnyös, USA-hoz adaptált beltenyésztett vonalakba történő bevitele költséges folyamat, ami 3-6 évet igényel.

Az olajsavtartalom kukoricában történő fokozásához az ismételt szelektálás néven ismert tenyésztési stratégiát javasolták (Poneleit C.G. és Bauman L.F.: Crop Sci. 10: 338-341 (1970)). Ezt a tenyésztési módszert alkalmazták a behozott kukorica növényeknél és ez képezi az alapját a PCT/US91/04626 számú szabadalmi bejelentésnek, amely nagy olajsavtartalmú kukorica termékekre és ezek előállítására vonatkozik. A kereskedelmi felhasználáshoz az szükséges, hogy a tulajdonság, így a nagy olajsavtartalom értéke nagyobb legyen, mint annak előállításával, valamint a termés tárolásával és szállításával kapcsolatos költségek. Egy véka hántolt magból, amelynek tömege mintegy 28 kg, közel 1 kg olaj nyerhető. A kukoricából általában előállítható olaj kis mennyisége miatt a javított olaj, így a nagy olajsavtartalmú olaj értéke feltehetően nem egyenlíti ki a termelési és elkülönítési költségeket, kivéve, ha lényegesen több olajat állítunk elő, mint az újonnan kifejlesztett nagy olajtartalmú kukorica fajtáknál.

Javított mionőségű húst eredményező, és így kedvezőbb emberibb táplálkozást biztosító állati takarmányként történő felhasználáshoz olyan nagy olajsavtartalmú kukoricára van szükség, amely a takarmányon keresztül elegendő olajsavat biztosít a hús olajsavtartalmának növeléséhez. A kukoricát az állati takarmányban fő energiaforrásként alkalmazzák, amelyhez elsősorban nagy keményítőtartalmú kukoricát használnak. Kiegészítő energiaforrás-

ként állati zsírt, növényi zsírt és állati/növényi zsírkeveréket adagolnak a takarmányhoz. Így például, a szokásos baromfi takarmányban alkalmazott kukorica mennyisége 65-70 tömeg%, ami mintegy 2,5 tömeg% kukoricaolajnak felel meg. A takarmány energiatartalmának növeléséhez erősen telített állati zsírt vagy állati/növényi zsírkeveréket adagolnak mintegy 5-8 tömeg% mennyiségben. A normál kukoricánál lényegesen több energiát biztosító nagy olajtartalmú kukorica alkalmazásával csökkenthető vagy teljesen kiküszöbölhető a zsír kiegészítők alkalmazása.

Egy broiler csirkéknél szokásos, állati/növényi zsírkeverékkel kiegészített kukorica/szójabab liszt takarmány mintegy 1,937 tömeg% olajsavat tartalmaz. Ha a takarmányban alkalmazott kukoricánál szokásos 25 tömeg% tömeg% olajtartalom olajsavtartalmát 60 tömeg%-ra növeljük (a normális vagy alacsony olajtartalmú fajtáknál is), akkor a takarmány olajsavtartalma 2,733 tömeg%-ra nő. Ha a 8-10 tömeg% olajat tartalmazó nagy olajtartalmú kukoricamagban található olajsav mennyiségét 25 tömeg%-ról 60 tömeg%-ra növeljük, akkor a takarmány olajsavtartalma 4,266 tömeg%-ra nő. Így az olajsavtartalom 30 %-kal fokozható szokásos kukorica alkalmazása esetén, és 120 %-kal fokozható nagy olajtartalmú kukorica alkalmazásával. Nagy olajtartalmú kukorica esetén csökkenthető vagy teljesen elhagyható a kiegészítő zsír alkalmazása, ami arra utal, hogy a nagy olajtartalmú kukorica fajtáknál szükség van a kukoricaolaj zsírsavprofiljának módosítására a hús minőségének javítása érdekében. A fent említett szabadalmi bejelentésben ismertetett nagy

olajsavtartalmú kukorica vonal nem nagy olajtartalmú kukorica vonal.

A kukorica termés nagy részét kereskedelmi forgalomba hozzák, és a legtöbb ipari és állati takarmányigény kielégíthető a nagy mennyiségben termesztett szokásos fajtákkal. Növekvő igény van azonban speciális felhasználásra alkalmas kukoricákra is, amelyek nem elégíthetők ki a standard összetételű termésekkel. Általánosságban, a speciális kukorica, amely eltér a „normál” kukoricától vagy más néven szabadföldi kukoricától, megkülönböztethető az endospermium összetétele alapján, például a keményítőben található elágazások számának növekedésével, ami a viaszos vagy nagy amilóztartalmú kukoricára jellemző, a cukrok fokozott lerakódása alapján, ami az édes kukoricára jellemző, vagy az endospermium keménységének megváltozásával, ami az élelmezési kukoricára vagy pattogatott kukoricára jellemző (Glover D.V. és Mertz E.T.: Corn. Nutritional Quality of Cereal Grains, Genetic and Agronomic Improvement, R.A. Olson és K.J. Frey kiadó, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 183-336 (1987); Rooney L.W. és Serna-Saldivar S.O.: Food Use of Whole Corn and Dry-Milled Fractions, Corn: Chemistry and Technology, S.A. Watson és P.E. Ramstead kiadó, American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minnesota, 399-429. oldal (1987)). A speciális kukorica fajtákat általában a speciális felhasználó megbízásából termesztik, akik súlyt helyeznek a keményítő minőségére vagy más speciális minőségi jellemzőre. A speciális kukorica, például a viaszos kukorica értékesebb nyers-

anyag például a keményítőipar számára, mint a normál vagy általánosan forgalmazott kukorica, és ezért fokozott értékű terméknek minősül. A pillanatnyi kereslet és fokozott kereskedelmi érték figyelembevételével az USA-ban mintegy 60.000 hektáron termesztenek viaszos kukoricát. A termesztőnek több pénzt fizetnek a speciális termékért, így a viaszos kukoricáért, mivel az értékeesebb, mint a normál kukorica, és nem kell normál kukoricával keverni. Az egészségesebb emberi táplálkozásra vonatkozó növekvő igény, és az olajsav koleszterinszint csökkentő hatása miatt a találmány a normál kukoricánál értékeesebb kukoricát eredményez. A találmány szerinti megoldás ezért lehetővé teszi a normál kukoricánál értékeesebb termés előállítását.

A növényi olajat általában örlési eljárásokkal nyerik ki. A kukoricaolajat a magból nedves vagy száraz örléssel extrahálják. A nedves örlés egy többlépéses folyamat, amelynek során a magot áztatják, örlik, és elválasztják a keményítőt, fehérjét, olajat és a rostos frakciót. A kukorica nedves örlését ismerteti S.R. Eckhoff: Proceedings of the Fourth Corn Utilization Conference, 1992. június 24-26, St. Louis, MO, USA, nyomtatásban megjelent: National Corn Growers Association, CIBA-GEIGY Seed Division és United States Department of Agriculture. A száraz örlés során elválasztják a kukoricamag csíráját és héját az endospermiumtól, amelynek során a maghoz szabályozott módon vizet adagolnak, majd csíráatlanító malomba viszik, és hengerek és sziták sorozatán vezetik át. Az USA-ban száraz örléssel mintegy 25 millió kg nyers kukoricaolajat

termelnek évente, míg nedves örléssel több, mint 500 millió kg nyers kukoricaolajat állítanak elő (Fitch idézett műve). A találmány szerinti megoldás lehetővé teszi, hogy nedves és száraz örléssel értékesebb olajat állítsanak elő, mint a szokásos kukoricaolaj.

Olyan kukorica növényt dolgoztunk ki, amelynek termése tízszer több olajsavat tartalmaz, mint a normál kukorica. Ehhez egy nagy olajtartalmú kukorica fajtát olyan kukorica fajtával tenyésztettünk, amely nagy olajsavtartalmat biztosító, kémiaileg mutált gént hordoz. Közelebbről, olyan kukorica növényt fejlesztettünk ki, amelynek termése 17-20 tömeg% olajat tartalmaz, ahol az olaj mintegy 60 tömeg%-a olajsav. Az ilyen típusú növényekkel beporozhatók a nagyhozamú, kereskedelmileg alkalmazható hím steril és nagy olajsavtartalmú hibridek, és így a normál kukoricához képest ötszörös mennyiségű olajsavat tartalmazó termést kapunk. Az említett módszer és az ilyen típusú növények beporzáshoz történő alkalmazásával a növelt olajsavtartalmú kukorica kereskedelmi előállításához szükséges idő jelentős mértékben gyorsítható.

A találmány tárgya tehát kukorica termés, amelynek előállításához egy mezőgazdaságilag előnyös, nagyhozamú, nagy olajsavtartalmú, és adott esetben nagy olajtartalmú női szülőt közeli szomszédságba ültetünk, előnyösen szabadföldön, egy nagy olajtartalmú, nagy olajsavtartalmú, és adott esetben nagyhozamú és/vagy mezőgazdaságilag előnyös hím szülővel. A termés betakarítható összességében vagy szelektíven, amelynek során például csak a női növények által termelt termést takarítjuk be.

Nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú hím szülő növényként előnyösen alkalmazható az olyan növény, amely önbeporzással vagy egyenesági beporzással 0 % nedvességtartalomnál mérve az össz magtömegre vonatkoztatva 7,5-20 tömeg% olajat és az össz olajtartalomra vonatkoztatva legalább mintegy 55 tömeg% olajsavat tartalmaz. Mezőgazdaságilag előnyös női szülő növényként előnyösen alkalmazható az olyan növény, amely önbeporzással vagy egyenesági beporzással 0 % nedvességtartalomnál mérve a mag össz tömegére vonatkoztatva mintegy 2-7,5 tömeg%, előnyösen legalább mintegy 6 tömeg% olajat és az össz olajtartalomra vonatkoztatva legalább mintegy 55 tömeg% olajsavat tartalmaz.

A kapott termés olajsavtartalma a mag össz tömegére vonatkoztatva mintegy 4-7 tömeg%.

A találmány tárgya továbbá a fenti termésből előállított kukoricaolaj, amely 50-120 %-kal nagyobb oxidációs stabilitást mutat, mint a normál kukoricaolaj, ahol az oxidációs stabilitást antioxidáns alkalmazása nélkül érjük el. Az ilyen olaj előnyösen alkalmazható emberi élelmiszerként és állati takarmányként, valamint főzőolajként vagy ipari olajként.

A találmány tárgya továbbá eljárás kukorica fajták előállítására, amelyek megváltoztatott zsírsav összetétellel rendelkeznek, beleérve az olajsavat. Az eljárás során a magot vagy pollent kémiai mutagénnel kezelve mutáns növényeket állítunk elő. Az alkalmazható mutagénekre példaként említhető az etil-metán-szulfonát és nitrozo-metil-karbamid. A találmány kiterjed az ilyen eljárással elő-

állított kukorica fajtára, amelynek össz olajsavtartalma mintegy 0 % nedvességtartalomnál mérve és a mag össz olajtartalmára vonatkoztatva legalább mintegy 55 tömeg%.

A találmány kiterjed továbbá a nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú termés állati takarmányként történő alkalmazására a hús minőségének javítása érdekében, elsősorban sertések és baromfik esetében.

A találmány kiterjed továbbá a B73OL és AEC272OL fajtenevű mutáns kukorica vonalakra, amelyek ATCC deponálási száma 97026 és 97027, amelyekből származik a keresztezett hím és női növények nagy olajsavtartalma. A találmány kiterjed végül az ASKC28 X B73OL keresztezésből származó nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukorica fajtára, amelynek ATCC deponálási száma 97042. *Mit a fajtáról*

Mint fent említettük, a találmány szerinti kukorica növények termése átlagosan mintegy 10 tömeg% olajsavtartalommal rendelkezik, amely megközelítőleg tízszerese a normál kukorica olajsavtartalmának. A kukorica nagyobb olajsavtartalma értékes tulajdonság, mivel fokozza az olaj oxidációs stabilitását. A kukorica növények termése előnyösen alkalmazhatók takarmányként, mivel növeli az állatok hújának minőségét.

A kukorica termés olajsavtartalmának növelését eredményező egyik megvalósítási lehetőség, hogy

a) egymáshoz közeli szomszédságba, előnyösen szabad földön elültetünk

1) egy nagyhozamú és mezőgazdaságilag előnyös

fajtából származó kukoricamagokat, amelyekből nagy olajsavtartalmú és adott esetben a normál kukoricánál nagyobb olajtartalmú női (vagyis hímsteril) kukorica növények fejlődnek, és

- 2) nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú fajtából származó kukoricamagokat, ahol a fajta adott esetben nagyhozamú és adott esetben nem izogén a fenti női kukorica növénnel, amelyekből beporzásra képes nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú hím növények fejlődnek,

- b) a nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú hím kukorica növénnel beporozzuk a női kukorica növényt,
- c) a fenti kukorica növények által termelt kukorica termést betakarítjuk, ahol a termés olajtartalma legalább mintegy 7,5 tömeg% és olajsavtartalma a hím növények és a női növények önbeporzásával kapott magok olajsavtartalma között helyezkedik el.

A keresztbe beporzás elősegítése érdekében a női növényeket hím sterilizáljuk. Ez megvalósítható fizikailag a növény hím pollentermelő részének eltávolításával, kémiai kezeléssel vagy genetikusan, így citoplazma hím sterilitás által. Kukoricánál a növény hím része a címer, amely kézzel vagy gépi úton könnyen eltávolítható. A találmány értelmében a kukorica előállításához a hím és női genotípusokat a szabadföldön szomszédos sorokba ültetjük, vagy előnyösen azonos sorokban vegyesen ültetjük. A női növényeket hímsterilizáljuk, amit előnyösen genetikailag valósítunk meg, majd a hím növényekkel beporozzuk. A

termést a női és hím növényekről betakarítjuk, majd az olajat extraháljuk.

Azt találtuk, hogy egy kémiai mutációval megváltoztatott gén alkalmazható az olajsavtartalom megváltoztatásához, és ez azonos mértékben növeli a mag össz olajtartalma százalékában kifejezett olajsavtartalmat, függetlenül attól, hogy a mag 20 tömeg% olajat vagy csak 4 tömeg% olajat tartalmaz.

A találmány szerinti kukorica termésből nyert olaj fő előnye, hogy nagyobb oxidációs stabilitással rendelkezik, mint a normál kukoricaolaj, és ez antioxidáns alkalmazása nélkül biztosítható. A táplálkozásban vagy sütésnél történő alkalmazás vonatkozásában a találmány szerinti termésből nyert olaj hosszabb tárolási idővel rendelkezik vagy a sütésnél hosszabb ideig felhasználható anélkül, hogy a normál kukoricaolajra jellemző gyorsasággal avas szag alakulna ki. A találmány szerinti olaj felhasználható a kémiaileg hidrogénezett olaj helyettesítésére minden olyan területen, ahol megfelelő oxidációs stabilitás szükséges.

A találmány keretein belül ellenkező értelmű megjelölés hiányában az olajsavtartalom az olaj össz zsírsavtartalmára vonatkoztatott százalékos olajsavtartalom, ahol az olaj további komponensként például palmitinsavat, sztearinsavat, linolsavat és linolénsavat tartalmaz.

A leíráson belül több kifejezést használunk a növény termesztéssel összefüggésben és az olaj jellemzésére. Ilyen például az „allél” kifejezés, amely egy gén adott kromoszómahelyen előforduló két vagy több formáját je-

lenti. A „kukorica” kifejezés kiterjed a *Zea mays* L. összes lehetséges fajtájára, tenyésztésre vagy populációjára. A „kereskedelmileg alkalmazható” vagy „előnyös” kifejezés kedvező tulajdonságokkal rendelkező növényt vagy fajtát jelent, ahol a kedvező tulajdonságokra példaként említhető a nagy hozam, jó szemminőség és betegségekkel szembeni ellenállóképesség. Ezek a tulajdonságok lehetővé teszik a mag vagy termés kereskedelmi forgalmazását. Ezek a kifejezések jellemzőek továbbá az ilyen növény vagy fajta kifejlesztésére alkalmazható szülőkre is. A „szabadszföldi kukorica” kifejezés olyan kukorica fajtákra vagy tenyésztésekre vonatkozik, amelyeket nagy területeken termesztnek. Az USA-ban termesztett legtöbb szabadszföldi kukorica lófogú kukorica, míg az Európában és Argentínában termesztett szabadszföldi kukorica általában puhaszemű kukorica. A „csíra” a kukorica magban található embrió, és ez tartalmazza a mag olajtartalmának fő tömegét. A „termés” az érett kukoricamag, amit a szokásos termesztéssel kapunk, és ami vetőmagként alkalmazható vagy eltérő célú hasznosításra forgalmazható. A hasznosításra példaként említhető az állat takarmányozás, nedves vagy száraz őrlés és egyéb célú felhasználás.

A „heterozigóta” kifejezés azt a genetikai állapotot jelenti, amikor eltérő allélek találhatók a homológ kromoszómák megfelelő helyein. A „nagy olajtartalmú mag” olyan magot jelent, amely a száraz tömegre vonatkoztatva több olajat tartalmaz, mint az alacsony olajtartalmú mag. A „nagy olajtartalmú kukorica növény” olyan növény, a-

mely önbeporzás után a száraz tömegre vonatkoztatva több olajat tartalmazó magot eredményez, mint az alacsony olajtartalmú kukorica növény. A „homozigóta” kifejezés azt a genetikai állapotot jelenti, amikor azonos allélek találhatók a homológ kromoszómák megfelelő helyein. A „hibrid” kifejezés két genetikailag eltérő egyed keresztezésével kapott utódokat jelent (Rieger R., Michaelis A. és Green M.M: A Glossary of Genetics and Cytogenetics, Springer-Verlag, New York (1968)). A „beltenyésztett” kifejezés lényegében homozigóta növényt vagy fajtát jelent. A „mag” a kukorica szemtermése, amely érett embrióból és endospermiumból áll, amelyek kettős megtermékenyítés eredményei. Az „alacsony olajtartalmú mag” a száraz tömegre vonatkoztatva mintegy 2,5-5,1 tömeg% olajat tartalmaz. Az „alacsony olajtartalmú kukorica növény” olyan növény, amely önbeporzás után a száraz tömegre vonatkoztatva 2,5-5,1 tömeg% olajat tartalmazó magot eredményez. Ez az olajtartalom szabadföldi beltenyésztett kukorica fajták és hibridek széles körére jellemző. A „kukorica” kifejezés kiterjed a *Zea mays* L. bármely fajtájára, tenyésztésére vagy populációjára. A „hímsteril” kifejezés azt jelenti, hogy a növény a címer mechanikai vagy kézi eltávolítása miatt, vagy genetikai sterilizáció miatt, vagy más ok miatt képtelen hatásos pollen előállítására.

A „nem izogén” kifejezés genetikai eltérést jelent az egyes beltenyésztett vonalak, hibridek vagy fajták között.

A „normál kukorica” olyan kukorica termést jelent, amelynek olajsavtartalma az össz zsírsavtartalomra vonat-

koztatva 20-30 tömeg%, és olajtartalma a száraz tömegre vonatkoztatva 2,5-5,1 tömeg%.

A „nagy olajsavtartalom” kifejezés azt jelenti, hogy a termés vagy mag olajsavtartalma legalább 50 tömeg% az össz olajtartalomra, amit 0 % nedvességtartalomnál mérünk.

A „magkezdemény” olyan szerkezet, amely anyai szövetek által körülvett női reprodukzív szövetekből áll. A kukorica növény fejlődése során a magkezdemény egy haploid tojásmagot és két haploid poláros magot fejleszt. A pollenben található sperma maggal történő egyesülés után a magkezdemény érett kukoricamaggá alakul. Az olajtartalom a kukoricamag száraz tömegre vonatkoztatott olajkoncentrációja. A „növény bemutató” egy adott területről származó és azonos fajhoz tartozó magok és növények gyűjteménye, amit egyik helyről a másikkra szállítanak. Kiterjedt növény gyűjteménnyel rendelkezik az USA Mezőgazdasági Minisztériuma. A növény gyűjteményeket a termesztők a genetikai változatok forrásaként használják, de ezek nem előnyös fajták, és gyakran kiterjedt nemesítési munka szükséges ahhoz, hogy a kívánt géneket a növény gyűjteményből az adaptált fajtákba átvigyük. A „pollen” az a szerkezet, amely elsősorban azt a két haploid sperma magot tartalmazza, amely egyesül a magkezdeményben található tojásmaggal és poláros magokkal, és így kiváltja az embrió és endospermium érett kukoricamaggá történő átalakulását. A „populáció” egy genetikailag heterogén növény együttes, amely a szokásos genetikai leszármazással jön létre. A „szintetikus populáció”

olyan genetikailag heterorén, ismert eredetű növény együttes, amit beltenyésztett vonalak, hibridek, fajták, populációk, változatok vagy más szintetikus populációk tetszőleges kombinációjával állítunk elő. A „fajta” vagy „tenyészváltozat” kifejezés hasonló növények csoportját jelenti, amely szerkezeti jellemzők és tulajdonságok segítségével megkülönböztethető az azonos fajba tartozó más fajtáktól.

A találmány szerinti növényekből származó magok nagyobb mennyiségű olajat tartalmaznak, és javított olajösszetételt mutatnak, mint a kereskedelmi fajták. A javítás az olaj oxidációs stabilitását, és táplálkozási célból történő alkalmazás, így főzőolaj esetén a fogyasztó egészségi állapotát érinti. Az ilyen fajtákból extrahált olaj zsírsavprofilja lényegesen eltér a jelenleg termesztett előnyös kukoricafajták esetén szokásos profiltól.

A találmány kiterjed a találmány szerinti új kukorica fajták előállítására alkalmas eljárásra és lényegesen megemelt olajsavtartalommal rendelkező, nagyhozamú előnyös fajták előállítására alkalmas eljárásra.

A találmány szerinti megoldást közelebbről az alábbi példákkal mutatjuk be anélkül, hogy az oltalmi kör a példákra korlátozódna. A találmány szerinti megoldás minden olyan célra felhasználható, ahol előnyös tulajdonságai kihasználhatók, és ezekre nem korlátozó jellegű példaként említhető az élelmiszer, főzőolaj, állati takarmány, gyógyszer és ipari olaj. A következő példákban az olajtartalmat a mag tömegére vonatkoztatva százalékban adjuk meg, amit 0 % nedvességtartalom mellett mérünk. Az 1-5.

táblázatokban az olajsavtartalmat a mag össz olajtartalmára vonatkoztatva százalékban fejezzük ki. A mag tömegére vonatkoztatott olajsavtartalom kiszámításához a százalékos olajtartalmat a százalékos olajtartalommal szorozzuk.

### **1. példa**

#### **Nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú csíraplasmát termelő növény termesztése**

A példában bemutatjuk az olyan kukorica csíraplasma előállítását, amely tízszer annyi olajsavat tartalmaz, mint a normál kukorica. A normál kukoricához viszonyítva közel háromszoros olajsavtartalommal rendelkező olajat tartalmazó kukorica növényt állítunk elő a pollen mutációjával (M.G. Neuffer és E.H. Coe Jr.: Maydica, 23: 21-28 (1978)). A mutációt két genotípuson végezzük, és mindkét esetben feltárjuk a nagy olajsavtartalmú mutánsokat. A mutációhoz B73 fajtanevű, nagy olajtartalmú beltenyészett vonalat használjuk, amelynek kifejlesztője az Iowa State University, deponálási száma AEC272, forgalmazója E.I. du Pont de Nemours Co. és Pfister Hybrid Corn Co. A szabadföldön termesztett növényekről összegyűjtjük a pollent, és a portok eltávolítása érdekében szitáljuk. Ezután paraffin olaj és etil-metán-szulfonát (EMS) elegyében szuszpendáljuk, és 30 percen keresztül folyamatosan kevertetjük. A B73OL esetében az EMS-t három koncentrációban alkalmazzuk: 0,053 %, 0,0625 % és 0,083 %. Az AEC272OL esetében az alkalmazott koncentráció 0,0625 %. A kezelt pollent vékony festőecsettel felvisszük a kukoricahajra.

A kezelt pollennel beporzott csöveken kifejlődő magokat ezután csíráztatjuk, és a növényeken önbeporzást végzünk. Az ilyen növényekről kapott magokat ismét elültetjük, és ezeken is önbeporzást végzünk. A B73 vonalból származó egyedi önbeporzott csöveket begyűjtjük, és a magokat infravörös transzmissziós spektrofotométerrel (Tecator Infratech Model 1255) analizáljuk a fokozott olajsavtartalmat mutató magok kimutatása érdekében (Near Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries, Williams P.C. és Norris C. kiadó, American Association of Cereal Chemists). A nagy olajsavtartalmú magokat hordozó csövekről származó magokat begyűjtjük. A gázkromatográfiás vizsgálat szerint a normál kukoricához viszonyítva 2-3-szor több olajsavat tartalmazó magok képezik a B73OL fajtanevű beltenyésztett vonalat. Az ACE27-2OL beltenyésztett vonalat hasonlóképpen azonosítjuk az ACE272 vonalból származó önbeporzott csövek magjainak analizálásával.

Az olajsavtartalom pontos meghatározásához 30 g megőrölt magból extraháljuk az olajat az alábbi eljárással:

1. A finoman megőrölt magot 13 x 100 mm-es csavaros csőbe töltjük.
2. 0,25 ml nátrium-metoxid oldatot adunk hozzá, amely 20 ml 25 tömeg% nátrium-metoxid és 200 ml metanol elegye.
3. 1,0 ml hexánt adunk a magokhoz.
4. A mintát a forgó keverőben 30 percen keresztül kevertetjük.
5. 0,1 ml 10 tömeg% ecetsavat adunk a mintához.

6. A mintát összekeverjük, majd 5 percen keresztül 2500 fordulat/perc fordulatszámra centrifugáljuk.
7. A hexánt eltávolítjuk, és a mintát gázkromatográfiás fiolába töltjük.
8. A minta zsírsav összetételét Hewlett-Packard 5890 típusú gázkromatográfon vizsgáljuk.

Az olajsav és zsírsav összetétel meghatározásához az F3 csövekről legalább 20 magot használunk. Az ismertett mutációval kifejlesztett növények által termelt olaj mintegy 60 tömeg% olajsavat tartalmaz, ami 2-3-szorosa a fenti két genotípus nem-mutáns változatainál mért olajsavtartalomnak.

A nagy olajsavtartalmú B73 mutánsra végzett genetikai vizsgálatok szerint a vonalra jellemző fokozott olajsavtartalom egyetlen gén eredménye, amely additív módon öröklődik. A mutáns gént hordozó növényeket keresztbe beporozzuk az SKC28 fajtanévű nagy olajsavtartalmú növényekkel (kifejlesztője: University of Illinois, forgalmazója E.I. du Pont de Nemours and Co. és Pfister Hybrid Corn Co.). Az ASKC28 fajtanévű kukorica növény olajtartalma 7-22 tömeg%, átlagban 18 tömeg%. Az ASKC28 esetében az olajtartalomra vonatkoztatott olajsavtartalom 43 %, és ebben a populációban 50 %-nál több olajsavat tartalmazó cső nem található. A keresztezéssel kapott F1 növényeken önbeporzást végzünk, majd az F2 magokat elültetjük, és a kapott növényeken szintén önbeporzást végezve 956 F3 csövet állítunk elő. Az F3 csöveknél a mag olajtartalmát Tecator Infratech Model 1255 infravörös spektrofotométerrel határozzuk meg, amelynek során a

kalibrálást a standard gravimetriás olajmeghatározással végezzük. A kalibrálásnál a hántolt magok össz olajtartalmát gravimetriásan mérjük az Association of Official Analytical Chemists egyesült 920.39 számú módszerével. Az olajsavtartalmat gázkromatográfiásan mérjük.

A 956 darab F3 cső közül 49 cső olajtartalma esik a 15-20 tömeg% tartományba. Ebből a 49 csőből 3 csőnél az olajsavtartalom 60 tömeg% feletti, és 3 csőnél az olajsavtartalom 55-60 tömeg% (1. táblázat). Ez az olajsavtartalom magasabb, mint az ASKC28 populációnál, és beleesik a B73 EMS eredetű mutánsnál elért tartományba. A 1125.04 sorszámú cső olajtartalma 17,3 tömeg%, és olajsavtartalma 59,5 tömeg%, ami közel tízszeres növekedés a normál kukorica magjában mérhető olajsavtartalomhoz viszonyítva.

A 1125.04 számú cső magjait elültetjük, és a növényeket azonos módon leszármaztatott, és 15 tömeg% olajat és 59 tömeg% olajsavat tartalmazó másik F3 szelekcióval keresztbe beporozzuk. A keresztezéssel kapott növényeken önbeporzást végzünk, és a csövek olajtartalmát és olajsavtartalmát analizáljuk. A kapott két nagy olajtartalmú, és nagy olajsavtartalmú vonal keresztezésével mintegy 20 tömeg% olajat és mintegy 60 tömeg% olajsavat tartalmazó magokat kapunk (2. táblázat).

Az adatok azt igazolják, hogy az alacsony olajtartalmú B73 kukorica vonalban nagy olajsavtartalmat biztosító mutáns gén hatékonyan csökkenti az olajsav linolsavvá történő átalakulását olyan magokban, amelyek ötször több olajat termelnek. Ez a váratlan eredmény arra utal, hogy a

mutáns gén részlegesen blokkolja az olaj bioszintézisét, és így gátolja az olajsav linolsavvá történő átalakulását. A találmány szerinti megoldás előtt nem volt ismert olyan kukorica, amelynél az össz olajsavtartalom nagyobb lenne, mint az alacsony olajtartalmú B73 mutáns össz olajsavtartalma. A szervezet tehát megtalálja a blokkolt biokémiai útvonal megkerülésének módját, amelyhez eltérő enzimatikus útvonalat használ. Nem volt ismert továbbá olyan kukorica, amelynél a zsírsav összetétel, elsősorban az olajsav vonatkozásában lényegében azonos lenne a 17-20 tömeg% olajat és a csupán 4 tömeg% olajat tartalmazó magoknál.

**1. táblázat**

**Az ASCK28 X 73OL keresztezésből származó 956 darab  
F2 növényből kapott 49 darab, legnagyobb olajtartal-  
mat mutató F3 cső olajtartalma és olajsavtartalma**

| <i>Cső azonosítási<br/>száma</i> | <i>Olajsavtartalom<br/>(tömeg%)</i> | <i>Olajtartalom<br/>(tömeg%)</i> |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|

|    |         |      |      |
|----|---------|------|------|
| 1  | 1008.04 | 64.1 | 15.4 |
| 2  | 1048.01 | 60.7 | 15.0 |
| 3  | 1022.05 | 60.5 | 15.6 |
| 4  | 1125.04 | 59.5 | 17.3 |
| 5  | 1056.05 | 57.5 | 15.0 |
| 6  | 1015.06 | 56.1 | 15.7 |
| 7  | 1131.11 | 51.0 | 15.0 |
| 8  | 1041.01 | 47.6 | 17.4 |
| 9  | 1009.04 | 47.4 | 16.7 |
| 10 | 1058.03 | 47.2 | 15.7 |
| 11 | 1117.07 | 46.9 | 16.2 |
| 12 | 1084.06 | 46.5 | 20.0 |
| 13 | 1024.01 | 46.4 | 17.7 |
| 14 | 1089.04 | 46.0 | 16.2 |
| 15 | 1108.04 | 45.1 | 17.5 |
| 16 | 1096.02 | 44.3 | 15.7 |
| 17 | 1031.03 | 43.7 | 17.3 |
| 18 | 1031.01 | 43.3 | 20.0 |
| 19 | 1047.11 | 43.2 | 17.6 |
| 20 | 1063.07 | 42.8 | 15.4 |
| 21 | 1047.04 | 42.6 | 16.2 |
| 22 | 1118.07 | 42.6 | 15.8 |
| 23 | 1030.07 | 42.5 | 16.1 |
| 24 | 1100.03 | 42.2 | 18.4 |
| 25 | 1059.02 | 41.9 | 16.0 |
| 26 | 1072.02 | 41.5 | 15.5 |
| 27 | 1028.07 | 39.7 | 17.2 |
| 28 | 1028.07 | 39.7 | 16.6 |

(táblázat folytatása)

| <i>Cső azonosítási<br/>száma</i> | <i>Olajsavtartalom<br/>(tömeg%)</i> | <i>Olajtartalom<br/>(tömeg%)</i> |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|

|    |         |      |      |
|----|---------|------|------|
| 29 | 1066.01 | 39.6 | 16.6 |
| 30 | 1096.05 | 39.4 | 17.3 |
| 31 | 1103.06 | 39.4 | 16.0 |
| 32 | 1014.05 | 38.4 | 16.0 |
| 33 | 1045.09 | 38.1 | 15.4 |
| 34 | 1006.10 | 38.1 | 15.1 |
| 35 | 1098.07 | 37.9 | 20.3 |
| 36 | 1118.04 | 37.6 | 17.4 |
| 37 | 1043.06 | 37.4 | 17.2 |
| 38 | 1020.01 | 37.0 | 18.4 |
| 39 | 1048.06 | 37.0 | 16.1 |
| 40 | 1101.01 | 36.7 | 20.3 |
| 41 | 1066.09 | 36.6 | 16.2 |
| 42 | 1101.03 | 36.4 | 19.2 |
| 43 | 1101.02 | 35.7 | 20.7 |
| 44 | 1101.04 | 35.2 | 22.4 |
| 45 | 1090.01 | 34.5 | 15.0 |
| 46 | 1109.01 | 33.6 | 15.3 |
| 47 | 1083.03 | 32.8 | 15.2 |
| 48 | 1111.02 | 30.4 | 17.1 |
| 49 | 1030.04 | 29.0 | 15.4 |

**2. táblázat**

**15-17 tömeg% olajat és 60 tömeg% olajsavat tartalmazó két S3 ASKC28 X B73OL vonal keresztéséből származó S1csövek olajtartalma és olajsavtartalma**

| <i>Cső azonosítási száma</i> | <i>Olajsavtartalom (tömeg%)</i> | <i>Olajtartalom (tömeg%)</i> |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1347 BAR06360                | 14.99                           | 58.6                         |
| 1347 BAR06361                | 14.48                           | 61.0                         |
| 1347 BAR06362                | 13.80                           | 60.9                         |
| 1347 BAR06363                | 18.08                           | 60.6                         |
| 1347 BAR06364                | 12.25                           | 58.8                         |
| 1348 BAR06376                | 17.36                           | 60.5                         |
| 1348 BAR06377                | 17.57                           | 58.2                         |
| 1348 BAR06378                | 10.57                           | 63.7                         |
| 1348 BAR06379                | 10.64                           | 59.5                         |
| 1348 BAR06380                | 13.16                           | 60.9                         |
| 1348 BAR06381                | 15.96                           | 58.9                         |
| 1348 BAR06382                | 11.65                           | 63.2                         |
| 1348 BAR06383                | 15.90                           | 60.4                         |
| 1348 BAR06384                | 16.81                           | 59.2                         |
| 1348 BAR06385                | 13.95                           | 62.1                         |
| 1348 BAR06386                | 11.59                           | 61.0                         |
| 1348 BAR06387                | 16.37                           | 58.8                         |
| 1348 BAR06388                | 10.65                           | 56.3                         |
| 1348 BAR06389                | 13.60                           | 54.8                         |
| 1348 BAR06390                | 16.53                           | 56.2                         |
| 1349 BAR06401                | 16.76                           | 60.6                         |
| 1349 BAR06402                | 17.28                           | 57.2                         |
| 1349 BAR06403                | 12.58                           | 52.4                         |
| 1349 BAR06404                | 16.55                           | 62.2                         |
| 1349 BAR06405                | 17.07                           | 60.7                         |
| 1349 BAR06406                | 15.53                           | 55.1                         |
| 1349 BAR06407                | 15.19                           | 58.9                         |
| 1349 BAR06408                | 15.61                           | 63.3                         |

(a táblázat folytatása)

| <i>Cső azonosítási<br/>száma</i> | <i>Olajsavtartalom<br/>(tömeg%)</i> | <i>Olajtartalom<br/>(tömeg%)</i> |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|

|               |       |      |
|---------------|-------|------|
| 1349 BAR06409 | 14.99 | 58.0 |
| 1349 BAR06410 | 19.49 | 61.1 |
| 1349 BAR06411 | 17.19 | 61.6 |
| 1349 BAR06412 | 17.99 | 60.4 |
| 1349 BAR06413 | 13.80 | 53.4 |
| 1349 BAR06414 | 18.39 | 62.3 |
| 1349 BAR06415 | 17.03 | 61.2 |
| 1350 BAR06427 | 19.09 | 61.4 |
| 1350 BAR06428 | 19.14 | 64.1 |
| 1350 BAR06429 | 17.01 | 57.5 |
| 1350 BAR06430 | 17.62 | 64.5 |
| 1350 BAR06431 | 17.53 | 63.7 |
| 1350 BAR06432 | 20.21 | 58.1 |
| 1350 BAR06434 | 17.72 | 59.2 |
| 1350 BAR06435 | 18.02 | 60.9 |
| 1350 BAR06436 | 19.29 | 62.7 |
| 1350 BAR06437 | 16.90 | 61.2 |
| 1350 BAR06438 | 18.54 | 60.0 |
| 1350 BAR06439 | 19.75 | 61.9 |
| 1350 BAR06440 | 14.38 | 62.9 |
| 1351 BAR06451 | 14.75 | 53.8 |
| 1351 BAR06452 | 13.00 | 59.4 |
| 1351 BAR06453 | 12.43 | 57.4 |
| 1351 BAR06454 | 14.97 | 58.1 |
| 1351 BAR06455 | 17.47 | 58.4 |
| 1351 BAR06456 | 11.27 | 62.5 |
| 1351 BAR06457 | 12.17 | 56.2 |
| 1351 BAR06458 | 12.45 | 60.5 |
| 1351 BAR06459 | 13.84 | 59.1 |
| 1351 BAR06460 | 16.58 | 56.6 |
| 1351 BAR06461 | 18.38 | 60.0 |
| 1351 BAR06462 | 15.28 | 60.6 |
| 1352 BAR06476 | 11.43 | 61.5 |

## 2. példa

### **Nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukorica termés előállítása**

A példában mezőgazdaságilag előnyös, nagyhozamú kukorica növény előállítását mutatjuk be, amelynek magjai közel ötször annyi olajsavat tartalmaznak, mint a normál kukorica. A B73OL genotípusba tartozó kukorica növényeket AEC272OL genotípusba tartozó növényekkel porozzuk be, és F1 magokat állítunk elő. A keresztezéssel kapott F1 hibrid növényeket önbeporzást végzünk, vagy az 1. táblázat szerinti 1008.04, 1022.05, 1048.01 vagy 1125.04 számú mintából nyert F3 növénnel keresztbe beporzást végzünk. Az 1008.04, 1022.05, 1048.01 és 1125.04 számú mintákból önbeporzással kapott csövek olajtartalma és olajsavtartalma csövenként változó, ami F3 generációjú növényeknél nem meglepő. Az egyik F3 generációjú cső 17,1 tömeg% olajat és 67 tömeg% olajsavat tartalmaz, ami azt jelzi, hogy a találmány szerinti megoldás nagyon eltérő környezeti körülmények között is ismételhető. Az 1008.04, 1022.05, 1048.01 és 1125.04 számú minták nyár folyamán Newark-ban (Delaware, USA) termesztett növényekről származnak. A következő generációt, amely 15-17 tömeg% olajat és 60-65 tömeg% olajsavat tartalmazó növényekből áll, tél folyamán Molokai-ban (Hawai, USA) termesztettük. A B73OL X AEC272OL keresztezésből származó önbeporzott F1 növények mintegy 6 tömeg% olajat és mintegy 60 tömeg% olajsavat tartalmazó termést eredményeznek. Az 1008.04, 1022.05, 1048.01 és 1125.04 számú mintákból származó F3 növényeket a

B73OL X AEC272OL keresztezésből származó női F1 növényekkel keresztebe beporozva átlagban 8,4 tömeg% olajat és 62,8 tömeg% olajsavat tartalmazó növényeket kapunk. Az egyes csövek olajtartalmát és olajsavtartalmát a 3. táblázatban adjuk meg. A termés olajtartalma és olajsavtartalma hasonló az eltérő környezeti körülmények ellenére. A 3. táblázatban a Molokai-ban (Hawai, USA) télen termesztett növények adatait adjuk meg, az azonos módon Newark-ban (Delaware, USA) nyáron termesztett növények olajtartalma átlag 2,6 tömeg% és olajsavtartalma átlag 64,1 tömeg%.

3. táblázat

**A B73OL X AEC272OL csövek 1008.04, 1022.05, 1048.01 és 1125.04 számú minták F3 növényei vírágporával végzett keresztbe beporzásával kapott termés olajtartalma és olajsavtartalma**

| <i>Cső azonosítási száma</i> | <i>Pollen-<br/>forrás(1)</i> | <i>Olajsavtar-<br/>talom (t%)</i> | <i>Olajsavtar-<br/>talom (t%)</i> |      |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|
| -----                        |                              |                                   |                                   |      |
| 1                            | 1001.001 X 1000              | 1125.04                           | 63.3                              | 8.4  |
| 2                            | 1001.002 X 1000              | 1125.04                           | 58.8                              | 7.6  |
| 3                            | 1001.003 X 1000              | 1125.04                           | 61.5                              | 7.5  |
| 4                            | 1001.004 X 1000              | 1125.04                           | 65.8                              | 8.4  |
| 5                            | 1001.005 X 1000              | 1125.04                           | 62.0                              | 6.8  |
| 6                            | 1002.001 X 1000              | 1125.04                           | 65.3                              | 9.2  |
| 7                            | 1002.002 X 1000              | 1125.04                           | 60.8                              | 7.2  |
| 8                            | 1002.003 X 1000              | 1125.04                           | 63.4                              | 7.5  |
| 9                            | 1002.004 X 1000              | 1125.04                           | 59.8                              | 7.3  |
| 10                           | 1002.005 X 1000              | 1125.04                           | 60.9                              | 8.5  |
| 11                           | 1003.001 X 1000              | 1125.04                           | 64.8                              | 8.7  |
| 12                           | 1003.002 X 1000              | 1125.04                           | 61.4                              | 7.1  |
| 13                           | 1003.003 X 1000              | 1125.04                           | 57.8                              | 7.7  |
| 14                           | 1003.004 X 1000              | 1125.04                           | 63.0                              | 8.2  |
| 15                           | 1003.005 X 1000              | 1125.04                           | 64.6                              | 8.1  |
| 16                           | 1004.001 X 1000              | 1125.04                           | 62.6                              | 7.7  |
| 17                           | 1004.002 X 1000              | 1125.04                           | 51.5                              | 7.6  |
| 18                           | 1004.003 X 1000              | 1125.04                           | 63.8                              | 8.2  |
| 19                           | 1004.004 X 1000              | 1125.04                           | 63.4                              | 8.2  |
| 20                           | 1004.005 X 1000              | 1125.04                           | 66.5                              | 8.3  |
| 21                           | 1005.001 X 1000              | 1125.04                           | 61.4                              | 7.9  |
| 22                           | 1005.002 X 1000              | 1125.04                           | 65.7                              | 8.6  |
| 23                           | 1005.003 X 1000              | 1125.04                           | 65.6                              | 10.1 |
| 24                           | 1005.004 X 1000              | 1125.04                           | 64.0                              | 11.0 |
| 25                           | 1005.005 X 1000              | 1125.04                           | 65.1                              | 9.2  |
| 26                           | 1007.001 X 1000              | 1125.04                           | 61.1                              | 7.4  |

(táblázat folytatása)

| <i>Cső azonosítási száma</i> | <i>Pollen-<br/>forrás(1)</i> | <i>Olajsavtar-<br/>talom (t%)</i> | <i>Olajsavtar-<br/>talom (t%)</i> |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 27 1007.003 X 1000           | 1125.04                      | 61.3                              | 7.8                               |
| 28 1007.004 X 1000           | 1125.04                      | 60.7                              | 8.4                               |
| 29 1007.005 X 1000           | 1125.04                      | 53.4                              | 7.4                               |
| 30 1008.001 X 1000           | 1125.04                      | 52.2                              | 7.1                               |
| 31 1008.002 X 1000           | 1125.04                      | 54.7                              | 8.6                               |
| 32 1008.003 X 1000           | 1125.04                      | 62.2                              | 9.1                               |
| 33 1008.004 X 1000           | 1125.04                      | 51.3                              | 8.4                               |
| 34 1008.005 X 1000           | 1125.04                      | 61.7                              | 9.1                               |
| 35 1009.001 X 1000           | 1125.04                      | 62.3                              | 7.6                               |
| 36 1009.002 X 1000           | 1125.04                      | 63.0                              | 7.5                               |
| 37 1009.003 X 1000           | 1125.04                      | 65.3                              | 7.0                               |
| 38 1009.004 X 1000           | 1125.04                      | 58.6                              | 9.6                               |
| 39 1009.005 X 1000           | 1125.04                      | 61.6                              | 8.1                               |
| 40 1010.001 X 1000           | 1125.04                      | 61.3                              | 9.9                               |
| 41 1010.002 X 1000           | 1125.04                      | 64.3                              | 8.5                               |
| 42 1010.003 X 1000           | 1125.04                      | 61.4                              | 8.0                               |
| 43 1010.004 X 1000           | 1125.04                      | 62.5                              | 8.3                               |
| 44 1010.005 X 1000           | 1125.04                      | 48.0                              | 8.5                               |
| 45 1011.001 X 1000           | 1125.04                      | 47.0                              | 10.2                              |
| 46 1011.002 X 1000           | 1125.04                      | 60.2                              | 7.8                               |
| 47 1011.003 X 1000           | 1125.04                      | 59.4                              | 7.7                               |
| 48 1011.004 X 1000           | 1125.04                      | 52.3                              | 8.0                               |
| 49 1011.005 X 1000           | 1125.04                      | 60.3                              | 8.3                               |
| 50 1013.001 X 1012           | 1022.05                      | 66.2                              | 7.2                               |
| 51 1013.002 X 1012           | 1022.05                      | 64.0                              | 9.2                               |
| 52 1013.005 X 1006           | 1008.04                      | 63.1                              | 7.4                               |
| 53 1013.006 X 1006           | 1008.04                      | 60.3                              | 7.6                               |
| 54 1013.007 X 1006           | 1008.04                      | 64.5                              | 6.9                               |
| 55 1014.003 X 1012           | 1022.05                      | 62.4                              | 7.6                               |
| 56 1014.004 X 1012           | 1022.05                      | 62.7                              | 7.7                               |
| 57 1014.005 X 1012           | 1022.05                      | 61.4                              | 8.0                               |
| 58 1015.002 X 1012           | 1022.05                      | 62.3                              | 7.6                               |
| 59 1015.003 X 1012           | 1022.05                      | 63.7                              | 6.8                               |
| 60 1015.004 X 1012           | 1022.05                      | 62.9                              | 7.0                               |

(táblázat folytatása)

| <i>Cső azonosítási száma</i> | <i>Pollen-<br/>forrás(1)</i> | <i>Olajsavtar-<br/>talom (t%)</i> | <i>Olajsavtar-<br/>talom (t%)</i> |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 61 1016.002 X 1012           | 1022.05                      | 54.5                              | 7.5                               |
| 62 1017.001 X 1000           | 1125.04                      | 46.7                              | 8.8                               |
| 63 1017.002 X 1000           | 1125.04                      | 60.6                              | 8.9                               |
| 64 1017.003 X 1000           | 1125.04                      | 58.1                              | 8.1                               |
| 65 1017.004 X 1000           | 1125.04                      | 60.0                              | 7.8                               |
| 66 1017.008 X 1018           | 1048.01                      | 62.4                              | 7.6                               |
| 67 1019.001 X 1018           | 1048.01                      | 64.4                              | 6.1                               |
| 68 1019.002 X 1018           | 1048.01                      | 63.2                              | 7.4                               |
| 69 1019.003 X 1018           | 1048.01                      | 62.7                              | 6.8                               |
| 71 1019.005 X 1018           | 1048.01                      | 64.9                              | 7.9                               |
| 72 1020.002 X 1018           | 1048.01                      | 63.2                              | 7.9                               |
| 73 1020.003 X 1018           | 1048.01                      | 59.0                              | 6.7                               |
| 74 1020.004 X 1018           | 1048.01                      | 61.5                              | 6.4                               |
| 75 1020.005 X 1018           | 1048.01                      | 64.8                              | 7.9                               |
| 76 1020.006 X 1018           | 1048.01                      | 65.1                              | 7.1                               |
| 77 1021.002 X 1018           | 1048.01                      | 59.2                              | 6.7                               |
| 78 1021.003 X 1018           | 1048.01                      | 66.8                              | 7.5                               |
| 79 1021.004 X 1018           | 1048.01                      | 62.5                              | 7.5                               |
| 80 1021.006 X 1018           | 1048.01                      | 63.6                              | 8.0                               |
| 81 1021.007 X 1018           | 1048.01                      | 53.2                              | 7.9                               |
| 82 1022.001 X 1018           | 1048.01                      | 64.5                              | 7.7                               |
| 83 1022.002 X 1018           | 1048.01                      | 62.4                              | 7.2                               |
| 85 1022.004 X 1018           | 1048.01                      | 62.8                              | 6.5                               |
| 86 1022.005 X 1018           | 1048.01                      | 61.6                              | 8.0                               |
| 87 1023.002 X 1018           | 1048.01                      | 62.8                              | 7.6                               |
| 88 1023.003 X 1018           | 1048.01                      | 65.3                              | 8.1                               |
| 89 1023.004 X 1018           | 1048.01                      | 62.8                              | 7.1                               |
| 90 1023.005 X 1018           | 1048.01                      | 64.6                              | 7.3                               |
| 91 1023.007 X 1018           | 1048.01                      | 62.2                              | 8.3                               |
| Átlag                        |                              | 62.8                              | 8.4                               |

(1) = A pollenforrás az 1. táblázat szerinti F3 csövekből származó F3 növényeket adja meg.

A példában alkalmazott szülőt (B73OL X AEC272OL) önbeporozva olyan termést kapunk, amelynek olajtartalma mintegy 2 %-kal nagyobb, mint a normál kukoricáé (6 tömeg% a szokásos 4 tömeg%-kal szemben). A 3. táblázatban felsorolt termések olajtartalma részben a szülők fokozott olajtartalmából következik. A példában alkalmazott hím növény segítségével a szülőkön nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú termés nyerhető, amely önmagával beporozva normál olajtartalmat (vagyis 4 tömeg%) eredményez. Ennek bemutatására a B73OL növényeket LH60 vonalba tartozó növényekkel (Holden's Foundation Seed Co., Williamsburg, IA, USA) porozzuk be, és így F1 hibridmagokat állítunk elő. Az LH60 normál olajtartalmú (4 tömeg%) és a normálnál nagyobb olajsavtartalmú (35-40 tömeg%) beltenyésztett vonal. A B73OL X LH60 keresztezésből előállított önbeporzott magok 3-4 tömeg% olajat és 45-50 tömeg% olajsavat tartalmaznak. A hozam vizsgálata során azt találtuk, hogy a B73OL X LH60 hibrid az ismert előnyös hibridekkel azonos vagy azt meghaladó hozamot eredményez. A 8,7 tömeg% olajtartalmú és 56,8 tömeg% olajsavtartalmú magból B73OL X LH60 F1 növényeket növesztünk, és ezeket az 1. példa szerinti B73OL X ASKC28 keresztezésből származó nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú F4 növényekkel porozzuk be. Ehhez azt a 165 F4 csövet használjuk fel, amely a 15,0 tömeg% átlagos olajtartalmú és 57 tömeg% átlagos olajsavtartalmú

20 F3 csőből származnak. A női és hím növényeket hat női növénytörből és két hím növénytörböl álló minta szerint ültetjük el. A kukoricánál a növény hím része a címer, amely kézzel vagy gépi úton könnyen eltávolítható.

A női szülő növényekről a címet kézzel eltávolítjuk, amikor is a termés a hím törből a szél által áthordott pollen hatására fejlődik ki. Ilymódon mintegy 1000 kg termést állítunk elő. A kereskedelmi léptékű keresztbe beporzás elősegítése érdekében a női növényeket hímszterilizáljuk. Ez megvalósítható a növény hím részének fizikai eltávolításával, kémiai kezeléssel vagy genetikusan, például citoplazma hímszterilitással. A teljesen hímszteril hibrid növényekkel összehasonlítható hozam érhető el, ha kevés hímszülőtől és nagymennyiségű hímszteril női szülőtől származó mag keverékét ültetjük el, ahol a hím és a hímszteril női magok aránya például mintegy 1:6.

Ez a példa tehát azt illusztrálja, hogy a találmány szerinti megoldás lehetővé teszi olyan nagyhozamú termés előállítását, amely lényegesen nagyobb olajsavtartalommal rendelkezik, mint a normál kukorica. Emellett, ez a termés előállítási módszer jelentős mértékben csökkenti a termesztés időigényét, ami lehetővé teszi, hogy a termesztők a hozzáférhető nagyhozamú kukorica hibrideket megfelelően kiválogatott hímszteril növényekkel kombinálják lényegesen nagyobb olajsavtartalmú termés előállítása érdekében.

### 3. példa

**Nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kuko-**

**rica állati takarmányként történő alkalmazása  
a hús minőségének javítása érdekében**

A takarmányban kiegészítőként alkalmazott állati zsír egy részét vagy teljes mennyiségét nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukoricában található olajjal helyettesítve kevesebb telített zsírt tartalmazó húst nyerhetünk. Mint a technika állásának ismertetésekor említettük, ezt a tényt takarmányozási kísérletekkel igazolták sertéseken, amelyeket nagy olajsavtartalmú takarmánnyal etettek. Ebben a példában kevesebb telített zsírt és több monotelítetlen zsírt adó állatok előállítását mutatjuk be a találmány szerinti megoldás alkalmazásával. A példában bemutatott megoldás és a technika állásából ismert takarmányozási kísérletek közötti fő különbség, hogy a nagy olajsavtartalmú olajat a kukoricán keresztül adagoljuk, és nem takarmány kiegészítőként, ami az állattartó számára előnyösebben alkalmazható. Azokban a takarmányozási kísérletekben, amelyekben kimutatták, hogy az olajsav adagolása javítja a hús minőségét, általában nagy olajsavtartalmú kanola olajat vagy napraforgó olajat használtak. Kereskedelmi szempontból kedvezőbb megoldás, ha az olajsavat a terméssel adagoljuk, és nem kiegészítő olajkomponensként, mert ez a megoldás olcsóbb, kényelmesebb, és időtakarékosabb.

A nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukorica takarmányozási hatásának vizsgálatakor a következő faktorokat vettük figyelembe:

- A. a sertés növekedése,
- B. a zsírszövetek és izomszövetek zsírsav-összetétele,

- C. a hús zsírtartalmának stabilitása,
- D. a fogyasztó reakciója a javított minőségű hústra.

A javított minőségű húst eredményező sertéseknél négy takarmányozási programot végeztünk. Az 1. takarmányozási programnál kukorica és szójabab liszt diétát alkalmazunk külön adagolt zsír nélkül. A 2. takarmányozási programnál nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukorica és szójabab liszt diétát használunk, ahol az életfontosságú tápanyagok és az energiahordozók közötti arány azonos az 1. takarmányozási programnál alkalmazott aránnyal. A 3. takarmányozási programnál kukorica és szójabab liszt diétát alkalmazunk, amelyhez a 2. takarmányozási programban használt energiatartalom és tápanyagtartalom arány beállításához nyers formulázott kukoricaolajat adagolunk. A 4. takarmányozási programnál kukorica és szójabab liszt diétát alkalmazunk, amelyhez a 2. takarmányozási programban használt energiatartalom és tápanyagtartalom beállításához állati zsiradékot adagolunk.

A sertés genetikai háttere és a fenti takarmányozási programok közötti kölcsönhatás vizsgálatához két sertéstípust használunk. Az 1. csoportba nagyhozamú és nagy mennyiségű sovány húst eredményező állatok tartoznak, amelyek felnőttkori testtömege 108 kg felett van. A 2. csoportba a szokásos mennyiségű sovány húst és eredményező és szokásos hozamú „klasszikus” típus tartozik, amelyek felnőttkori testtömege kisebb, mint 99 kg. A kísérletek fenti fázisában a kezelések összes száma 8, ami

négy takarmányozási programra és két állattípusra terjed ki.

Az egyes kezeléseknél alkalmazott takarmányokat négy különböző fokozatban állítjuk elő. A négy különböző fokozat az állatok testtömegével van összefüggésben:

- a: 20-40 kg
- b: 40-60 kg
- c: 60-90 kg
- d: 90-110 kg.

Kezelésenként négy ólat alkalmazunk, amelyekbe egyenként 6 állat található. Ennek megfelelően, az állatok össz száma 192. A vizsgálat kezdetén az állatokat lemérjük, és egy genetikai potenciálkezeléssel soroljuk be a megfelelő ólba, amellyel kiegyenlítjük a testtömeg és nem közötti különbségeket. Így egy ólon belül hasonló testtömegű állatok találhatóak, ahol a női és hím állatok aránya állandó.

Ezután az állatokat minden fokozat elején és minden periódus végén lemérjük. Feljegyezzük továbbá az ólanként adagolt takarmány mennyiségét. Az etetőben visszamaradt takarmányt minden fokozat végén eltávolítjuk, és lemérjük. Az állatokat elkülöníthető módon helyezük el, és a takarmányt és ivóvizet az állatok által megkívánt mennyiségben adagoljuk. Az állatokat a felnőttkori súly elérésekor levágjuk.

Az állatok levágását és feldolgozását vágóhídon végezzük, ahol az állatokat minőség és mennyiség szempontjából osztályozzák. A sonkából és a hátszínből, valamint az ezeket körülvevő bőr alatti zsírszövetekből analízis

céljából mintát veszünk. A műszeres vizsgálatokhoz ólanként egy állat sonkájából és hátszinéből mintákat használjuk.

A takarmányozás hatásának vizsgálatához az átlagos napi gyarapodást, az átlagos napi takarmányfelvételt, és takarmányhasznosítást (kg takarmány/kg gyarapodás) alkalmazzuk. A kezelésnek a hús minőségére gyakorolt hatását a hús átlagos tömege, a hátszalonna átlagos tömege, a sovány hús átlagos hozama és az általános átlagos hozam alapján értékeljük. A kezelésnek a hús minőségére gyakorolt hatása vizsgálható továbbá a sonka, hátszin és az ezeket körülvevő bőr alatti zsírszövetek zsírsav összetételének, oxidációs stabilitásának és a hús szilárdságának vizsgálatával. Vizsgáljuk továbbá a fogyasztókkal összefüggő faktorokat is, így a sonka és hátszin ízét és megjelenését.

#### **4. példa**

##### **Nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukoricából extrahált olaj javított tulajdonságai**

A példában a nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukoricából extrahált olaj javított oxidációs stabilitását és ebből következő alkalmazhatóságát mutatjuk be. A nyers olajat a 2. példa szerinti magmintákból és normál kukorica hibridből extraháljuk. Az egyes mintákból mintegy 2 kg tiszta magot Rosskamp TRC-650-6 aprítóhengeren aprítunk. Az olaj extrahálását üveg extraháló edényben végezzük, amit vízköpennyel 60 °C hőmérsékletre melegítünk. Az aprított maghoz 7,6 liter hexánt adunk, és az

oldószer 45 percen keresztül keringtetjük a rendszerben. Extrahálás után a hexánt forgó vákuumbepárlóban eltávolítjuk, amelynek során nyers olajat kapunk. A főzéshez és az élelmiszerekben történő felhasználáshoz a kukoricaolajat nem ebben a nyers formában használják, hanem finomítják, fehérítik és szagtalanítják. A nyers olajat a tisztított kukoricaolaj szokásos előállításához hasonló módon dolgozzuk fel. Az ipari eljárás azonban laboratóriumi méretekben nem ismételhető meg pontosan, ezért az alkalmazott eljárások és körülmények csak közelítik az ipari módszert.

Az olaj tisztításához, fehérítéséhez és szagtalanításához 300 g nyers olajat töltünk egy 600 ml-es üveg edénybe, és kevertetés közben 0,3 g  $H_3PO_4$ -t csepegtetünk hozzá 85 tömeg%-os  $H_3PO_4$ -ból készített 0,1 tömeg%-os oldat formájában. Az elegyet 10 percen keresztül 65-70 °C hőmérsékleten melegítjük. Ezután meleg (60 °C) 8 tömeg% nátrium-hidroxid oldatot csepegtetünk hozzá a szabad zsírsav és  $H_3PO_4$  semlegesítéséhez. Az elegyet 5 percen keresztül kevertetjük, majd centrifugáló csövekbe töltjük, és mintegy 5 percen keresztül 2500 fordulat/perc fordulatszámon centrifugáljuk. A szappanos filmet eltávolítjuk a cső tetejéről, és az olajat egy tiszta főzőpohárba dekantáljuk. Ezután vízzel mossuk, amelyhez 20 térfogat% forró vizet adunk hozzá, és intenzív kevertetés közben 90 °C hőmérsékletre melegítjük. Az olaj/víz elegyet ezután 10 percen keresztül állni hagyjuk, amelynek során a fázisok szétválnak. A mintát ismét 2500 fordulat/perc fordulatszámon 10 percen keresztül centrifugáljuk. Az olajat kis

főzőpohárba dekantáljuk a vizes fázissal történő szennyeződés elkerülése érdekében, majd 500 ml-es szívópalackba töltjük. Az olajat intenzív kevertetés közben és vákuum alatt 85-95 °C hőmérsékleten vízmentesítjük 30 percen keresztül, vagy az összes nedvesség (buborékok és kondenzátum) eltávolításáig. A vákuumot ezután nitrogénnel megszakítjuk. 2 tömeg% Filtrol F-160 adalékanyagot adunk hozzá, és azonnal, de lassan ismét vákuum alá helyezzük, és további 30 percen keresztül 85-98 °C hőmérsékleten intenzíven kevertetjük. Vákuum alatt az olajat hagyjuk 60 °C hőmérsékletre hűlni, amelynek során a kevertetést lassítjuk. A vákuumot nitrogénnel megszakítjuk, és az olajban 1 tömeg% diatomaföldet diszpergálunk. Az elegyet szűrőpapírral lefedett diatomaföldön keresztül vákuum alatt egy 500 ml-es szívópalackba szűrjük.

A tisztítás és fehérités után az olajat szagmentesítő edényben kezeljük. Az edény első csapdáját jéggel és vízzel, második csapdáját folyékony nitrogénnel töltjük. Minden 100 g olajhoz 4 ml ionmentesített vizet töltünk az edény forraló részében. 2 csepp 25 tömeg%-os citromsavat adunk hozzá, majd az olajat betöltjük az edényben található citromsav oldathoz. Az elegyet  $6,9 \times 10^3$  Pa vákuumban és nitrogén atmoszférában 240 °C hőmérsékletre melegítjük. A nitrogén áramot 60 °C hőmérséklet elérése után leállítjuk. A szagtalanítás befejeződése után a mintát 40 °C hőmérsékletre hűtjük, és a tisztított olajat eltávolítjuk az edényből.

Az extrahált olaj olajsavtartalmát gázkromatográfián mérjük. Az olajsav szint négy 20 g-os minta átlagát reprezentálja.

Az olaj oxidálódása két fokozatban játszódik le. Az első fokozat egy indukciós periódus, a második fokozat egy exponenciális fázis (Lin S.S.: Fats and Oils Oxidation, Introduction to Fats and Oils Technology, P.J. Wan kiadó, American Oil Chemists Society, Champaign, Illinois, USA, 211-231. oldal). Az olaj oxidálódása szabad gyök képződése, hidrogén-peroxid képződése és oxidált termék képződésén keresztül játszódik le. Az oxidáció első kimutatható terméke a hidrogén-peroxid. Kialakulása után a peroxidok elbomlanak, és illékony és nem-illékony oxidációs termékeket képeznek. Az illékony részek általában átható szaggal rendelkeznek, és ezt a könnyen felismerhető szagot avas szagnak nevezzük. A nem-illékony vegyületek polarizált és polimerizált vegyületekre oszthatók.

Az oxidációs folyamat felgyorsulásához (exponenciális fázis) szükséges idő jelzi az olaj vagy zsír oxidációval szembeni ellenállását. Ez az idő az oxidációs sebesség maximális változásának matematikai meghatározásával mérhető, és az időt olajstabilitási indexnek (OSI) nevezik. Az OSI érték meghatározására alkalmas készüléket (Om-nion Inc., Rockland, Massachusetts, USA) használunk az oxidációs stabilitás vagy rezisztencia méréséhez, ami az illékony vegyületek képződésének sebességét méri. A vizsgálatot az American Oil Chemists Society Cd 12b-92 módszerével végezzük. A vizsgálatához használt polikar-

bonát edényeket és konduktivitás mintákat RBS 35 adalékanyaggal (FLUKA) és forró vízzel tisztítjuk.

Az eldobható mintaedényekbe  $5,0 \pm 0,2$  g olajmintát töltünk. A vizsgálatot a gyártó előírásai szerint végezzük  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten. A vízellátást egy I. típusú Barnstead NANOpure II rendszer végzi szerves anyagoktól és pirogén anyagoktól mentes eszközökkel. A vizsgálatot két párhuzamosban végezzük. A mintákat véletlenszerűen helyezzük el az OSI készülékben. Az összegyűjtött adatokat DELL komputerrel értékeljük a gyártó által megadott program felhasználásával. A vizsgálat során nagy indukciós idő mutató olajminta jobban ellenáll az oxidációnak, mint a kis értéket mutató olaj (4. táblázat).

A melegítés felgyorsítja az olaj oxidálódását és megváltoztatja az oxidációs termékek összetételét. Az olaj hőmérséklete a sütés során általában  $180\text{--}250\text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti. Ilyen hőmérsékleten az olaj gyorsabban oxidálódik, és az oxidáció természete eltér a szobahőmérsékleten bekövetkező oxidációtól. Sütési hőmérsékleten több polimerizált vegyület képződik. Ennek eredményeként az olaj színe megsötétedik, viszkozitása megnő és könnyen habosodik. A poláros és polimer index az olaj hőstabilitását tükrözi. Nagy indexnél az olaj gyorsan megtörik, és a polimer és polarizált termékek gyorsan felhalmozódnak. Kis indexnél az olaj jobban ellenáll a megemelt hőmérsékletnek.

A hőstabilitás mérésére alkalmas eszköz egy melegítőegységből, egy Rainin Instrument Dynamax HPLC egységből és egy adatfeldolgozó egységből áll. Ehhez csatlakozik két Rabbit-HP oldószer szállító szivattyú, egy ICI

Instrument's AS 2000 automata fecskendező, és egy MiltonRoy UV detektor (254 nm). Mintánként 5 ml olajat töltünk egy 13 x 100 mm-es üvegcsavaros tetejű mintaedénybe. Az edényeket egy alumínium fűtőblokkba helyezzük, amely a 13 mm-es mintaedények tárolására alkalmas. Az alumínium blokkot Thermolyne 1900 típusú fűtőlappal melegítjük és a hőmérsékletet PMC Dataplate 520 hőmérsékletszabályozóval állítjuk be. Ily módon az alumínium blokkban állandó 180 °C hőmérsékletet állítunk be, és a melegítést 10 óra elteltével kikapcsoljuk. A melegítési idő 10 óra, 20 óra, 30 óra és 40 óra (naponta 10 óra 4 napon keresztül), miután 50 µl mintát veszünk, ezt 2 ml-es csavaros tetejű HPLC fiolába töltjük, és analizáljuk a poláros és polimer vegyületeket.

A vizsgálatig a mintákat -20 °C hőmérsékleten tároljuk. Közvetlenül a HPLC analízis előtt a mintákat szobahőmérsékletre melegítjük. 950 µl hexánt és 1,5 % izopropil-alkoholt adunk a mintához, és alaposan elkeverjük. A mintákat a vizsgálatához a HPLC berendezés automata mintaadagolójába helyezzük.

A HPLC vizsgálatához Beckman Ultrasphere 4,6 x 25 cm oszlopot használunk. A vizsgálati módszer hasonló Lin idézett művében szójabab olaj megemelt hőmérsékleten történő vizsgálatához alkalmazott módszerhez. A mozgó fázis az A tartályban izopropanol és a B tartályban metanol. A vizsgálat elején 2 percen keresztül 40 % A és 60 % B futtatószeret alkalmazunk, amit 7,5 perces periódusban lineáris gradienssel 70 % A és 30 % B elegyre változtatunk. Ezt az értéket tartjuk 4,5 percen keresztül, majd a

gradienst szintén lineárisan és 2,5 perc alatt 90 % A és 10 % B elegyre változtatjuk. Ezt tartjuk 2,5 percen keresztül, majd újabb lineáris gradienssel 2,5 perc alatt 95 % A és 5 % B elegyet állítunk be, amit 22 és fél percen keresztül tartunk. Ezután 5 perc alatt visszatérünk a kiindulási állapotához.

A kapott kromatogramokat integráljuk, és a poláros és polimer csúcsok alatti területet meghatározzuk. A poláros és polimer anyagok mennyiségének növekedését a fűtési idő függvényében ábrázoljuk, és az adatokhoz regressziós egyenes illesztünk. A kapott egyenest 0-40 óra között integrálva meghatározzuk a regressziós egyenes alatti területet. Az így kapott terület a poláros index vagy polimer index. Az 5. táblázatban normál kukoricaolaj és nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukoricából nyert olaj poláros és polimer indexeit adjuk meg. A kisebb poláros vagy polimer indexszel rendelkező olaj stabilabb. A melegítés közben kialakuló polarizált és polimerizált vegyületek okozzák az olaj habosodását és keserű ízét. Az oxidált olajban sütött élelmiszer gyorsan megromlik, és ezért rövid ideig tárolható.

**4. táblázat**

**Normál kukoricából és 1. és 2. példa szerinti nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukoricából nyert olaj indukciós ideje**

| <i>Minta</i>                                           | <i>Olajsav-<br/>tartalom<br/>(tömeg%)</i> | <i>Indukciós<br/>idő (óra)</i> | <i>Standard<br/>deviáció</i> |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Normál kukorica (1)                                    | 30                                        | 6,1                            | 0,07                         |
| ASKC28OL (2)                                           | 58                                        | 10,7                           | 0,32                         |
| (B73OL X AEC272OL)<br>X ASKC28OL<br>(Newark, DE, 1993) | 64                                        | 11,5                           | 1,34                         |
| (B73OL X AEC272OL)<br>X ASKC28OL<br>(Molokai, HI 1993) | 63                                        | 13,2                           | 0,28                         |
| (B73OL X LH60) X<br>ASKC28OL                           | 57                                        | 10,8                           | 0,28                         |
| LSD (0,05)                                             |                                           | 1,6                            |                              |

(1) = A normál kukorica négy kereskedelmi hibridből származó magok keveréke.

(2) = Az ASKC28OL az 1. példa szerinti B73OL X ASKC28 keresztezésből származó F4 generációjú nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukorica. Az F4 generációjú hím növények a 20 darab F3 csőből származó 165 darab F4 csövet jelentik, amelynek átlagos olajtartalma 15,0 tömeg%, és átlagos olajsavtartalma 57 %.

**5. táblázat**

**Normál kukoricából és 1. és 2. példa szerinti nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukoricából nyert olaj poláros és polimer indexe**

| <i>Minta</i>        | <i>Olajsav-<br/>tartalom<br/>(tömeg%)</i> | <i>Poláros<br/>index<br/>(<math>\pm</math>sd.dev.)</i> | <i>Polimer<br/>index<br/>(<math>\pm</math>sd.dev.)</i> |
|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Normál kukorica (1) | 30                                        | 187 $\pm$ 14                                           | 1078 $\pm$ 35                                          |
| ASKC28OL (2)        | 58                                        | 142 $\pm$ 8                                            | 532 $\pm$ 71                                           |
| (B73OL X AEC272OL)  |                                           |                                                        |                                                        |
| X ASKC28OL          |                                           |                                                        |                                                        |
| (Newark, DE, 1993)  | 64                                        | 121 $\pm$ 12                                           | 470 $\pm$ 25                                           |
| (B73OL X AEC272OL)  |                                           |                                                        |                                                        |
| X ASKC28OL          |                                           |                                                        |                                                        |
| (Molokai, HI 1993)  | 63                                        | 143 $\pm$ 21                                           | 528 $\pm$ 45                                           |
| (B73OL X LH60) X    |                                           |                                                        |                                                        |
| ASKC28OL            | 57                                        | 182 $\pm$ 23                                           | 543 $\pm$ 33                                           |
| LSD (0,05)          |                                           | 43                                                     | 115                                                    |

(1) = A normál kukorica négy kereskedelmi hibridből származó magok keveréke.

(2) = Az ASKC28OL az 1. példa szerinti B73OL X ASKC28 keresztezésből származó F4 generációjú nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukorica. Az F4 generációjú hím növények a 20 darab F3 csőből származó 165 darab F4 csövet jelentik, amelynek átlagos olajtartalma 15,0 tömeg%, és átlagos olajsavtartalma 57 %.

### **5. példa**

#### **Az AEC272OL és B73OL kukoricák alkalmazása fokozott mennyiségű olajsavat tartalmazó beltenyésztett kukorica vonalak kidolgozásához**

A 6. és 7. táblázatban szereplő adatok szerint a B73OL és AEC272OL kukorica eredményesen alkalmazható az olyan termesztési programban, amelynek célja, hogy különböző beltenyésztett kukorica vonalaknál fokozzuk az olajsavtartalmat. A 6. táblázatban egy részben befejezett visszakeresztezési program legutóbbi analizált ciklusának adatait szerepeltetjük. A visszakeresztezés egy hagyományos termesztési módszer, amit gyakran alkalmaznak jól öröklődő tulajdonságok meglévő, mezőgazdaságilag előnyös beltenyésztett vonalakba történő bevezetésére. A visszakeresztezés egy általános programja szerint a magra vonatkozó minőségi jellemzőt (vagyis a mag összetételét befolyásoló jellemzőt, így viaszosság) alakítanak ki, amelyhez a kívánt tulajdonságot hordozó egy vagy több fajtát előnyös beltenyésztett vonalak sorozatával keresztezik, amit visszatérő szülőnek neveznek. A keresztezés utódait visszakeresztezik a megfelelő visszatérő szülővel, és ezt a ciklust általában 5-8 alkalommal ismétlik. A folyamat során a kívánt tulajdonságot minden egyes visszakeresztezésnél vizuális vagy más jellegű szelektálással tartják fenn, amelynek során az egyes megjelenő beltenyésztett vonalak átlagos nukleáris genetikai összetétele az előnyös visszatérő szülő összetételéhez közelít. A folyamat eredményeként egy sorozat előnyös beltenyésztett vonalat kapunk, amely kifejezi az újonnan beve-

zetett tulajdonságot, és minden egyéb vonatkozásban nagyon közeli rokonságban áll a visszatérő szülő tulajdonságaihoz. Végül, a kapott beltenyésztett vonalakon önbeporzást végeznek, és a homozigóta egyedeket kiválogatják, amelynek hatására a bevezetett tulajdonság egységesen kifejeződik a későbbi utódokban.

A B73 fajtanevű beltenyésztett vonalat széleskörűen alkalmazzák nagyszámú, előnyös női beltenyésztett kukoricavonal kidolgozásához. Emellett, a B73 vonal közeli rokonságot mutat az A táblázatban felsorolt több, visszatérő szülőként alkalmazott beltenyésztett vonallal. Ez tovább növeli annak a valószínűségét, hogy a nagy olajsavtartalom forrásaként alkalmazott B73OL vonallal végzett visszakeresztezés során előnyös beltenyésztett vonalak alakulnak ki. Bár nem annyira előnyös, mint a B73 vonal, de az AEC272 vonal is jól alkalmazható nagy olajtartalmú hím beltenyésztett vonal kidolgozásához, és így nagy olajtartalmú hibridek prototípusa lehet. Ez alapján feltételezhető, hogy az AEC272OL vonalból származó beltenyésztett vonalak a visszakeresztezés után mezőgazdaságilag előnyös beltenyésztett vonalakat képeznek.

A 6. táblázatban a különböző visszakeresztezések önbeporzott utódainál mért olajsavtartalmat adjuk meg, amikor is a nagy olajsavtartalom donoraként az AEC272OL vagy B73OL vonalat használtuk. Az olajsavtartalom meghatározásához az egyes visszakeresztezési ciklusokban a részlegesen visszakeresztezett vonalaknál önbeporzást végzünk, a kapott magokat (S1 magok) csövenként elkülönítve felhalmozzuk, és a magokból vett minták zsírsav-

összetételét gázkromatográfiásan mérjük az 1. példában bemutatott extrakciós és analitikai módszer kismértékben módosított változatával. Az alkalmazott keresztezési eljárás miatt, és annak következtében, hogy mind az AEC272OL vonalban, mind a B73OL vonalban feltehetően egy egyetlen szemidomináns gén szabályozza az olajsavtartalmat, amely gén egyéb hatásokkal is rendelkezik, feltételezzük olyan gének létezését, amelyek biztosítják, hogy a populációkban szegregálódik a nagy olajsavtartalom, és ezért a nagy olajsavtartalomra vonatkozó tulajdonságot továbbvivő S1 csövek olajsavtartalma széles határok között változhat. Ezzel ellentétben, ha a nagy olajsavtartalomra vonatkozó tulajdonság egy adott genetikai háttérben nem fejeződik ki, vagy a visszakeresztezés során a szelektálás hibája miatt elveszik, akkor az önbeporzott csövekből származó magok olajsavtartalma szűk határok között változik, a beltenyésztett kukorica vonalakhoz hasonlóan. Az egyes visszatérő szülőktől származó csövek analizálása során mért olajsavtartalom intervalluma általában mintegy 5 %.

**6. táblázat**

**Az 1994-ben Molokaiban (Hawai, USA) növesztett  
visszakeresztezett vonalakból extrahált olaj olaj-  
savtartalma**

| <i>Vissza- Olajsavtartalom</i> |                    | <i>Vissza-<br/>keresz-<br/>tezett<br/>generá-<br/>ció<br/>(n)</i> | <i>Olajsavtartalom az<br/>F1 visszakereszte-<br/>zett generációban<br/>(tömeg%)</i> |              |                                      |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| <i>térő<br/>szülő</i>          | <i>forrása</i>     |                                                                   | <i>tar-<br/>to-<br/>mány</i>                                                        | <i>átlag</i> | <i>megfi-<br/>gyelé-<br/>sek sz.</i> |
| LH59                           | AEC272OL           | 4                                                                 | 44-20                                                                               | 32.4         | 20                                   |
| LH60                           | AEC272OL           | 4                                                                 | 53-31                                                                               | 41.9         | 8                                    |
| LH61                           | LH105 X B73OL      | 4                                                                 | 33-27                                                                               | 30.4         | 4                                    |
| LH74                           | LH105 X B73OL      | 4                                                                 | 44-25                                                                               | 32.0         | 11                                   |
| LH82                           | AEC272OL           | 4                                                                 | 42-21                                                                               | 26.8         | 14                                   |
| LH85                           | AEC272OL           | 3                                                                 | 45-25                                                                               | 33.0         | 19                                   |
| LH132                          | B73OL              | 3                                                                 | 57-23                                                                               | 37.7         | 12                                   |
| LH132                          | LH105 X B73OL      | 4                                                                 | 40-23                                                                               | 28.3         | 18                                   |
| LH145                          | LH105 X B73OL      | 4                                                                 | 54-22                                                                               | 31.8         | 16                                   |
| LH146                          | B73OL              | 4                                                                 | 33-22                                                                               | 26.5         | 11                                   |
| LH150                          | LH105 X B73OL      | 3                                                                 | 26                                                                                  | 26.4         | 1                                    |
| LH163                          | AEC272OL           | 4                                                                 | 43-29                                                                               | 34.0         | 12                                   |
| LH168                          | LH82(4) X AEC272OL | 0                                                                 | 57-24                                                                               | 42.4         | 11                                   |
| LH169                          | LH82(4) X AEC272OL | 0                                                                 | 53-24                                                                               | 35.9         | 13                                   |
| LH172                          | LH82(5) X AEC272OL | 0                                                                 | 48-20                                                                               | 31.5         | 15                                   |
| LH172                          | LH105 X B73OL      | 3                                                                 | 39-23                                                                               | 33.1         | 6                                    |
| LH185                          | LH59(5) X AEC272OL | 0                                                                 | 43-22                                                                               | 31.1         | 8                                    |
| LH186                          | LH59(5) X AEC272OL | 0                                                                 | 33-20                                                                               | 25.7         | 10                                   |
| LH192                          | LH105 X B73OL      | 4                                                                 | 58-37                                                                               | 43.8         | 16                                   |
| LH192                          | AEC272             | 4                                                                 | 61-37                                                                               | 46.2         | 14                                   |
| LH195                          | LH105 X B73OL      | 3                                                                 | 55-27                                                                               | 32.3         | 18                                   |
| LH197                          | LH105 X B73OL      | 4                                                                 | 62-27                                                                               | 39.0         | 19                                   |
| LH198                          | LH105 X B73OL      | 3                                                                 | 50-37                                                                               | 44.0         | 4                                    |
| LH199                          | 132(5) X B73OL     | 0                                                                 | 40-29                                                                               | 34.4         | 2                                    |

(a táblázat folytatása)

| <i>Vissza- Olajsavtartalom</i><br><i>térő forrása</i><br><i>szülő</i> |                          | <i>Vissza-<br/>keresz-<br/>tezett<br/>generá-<br/>ció<br/>(n)</i> | <i>Olajsavtartalom az<br/>F1 visszakereszte-<br/>zett generációban<br/>(tömeg%)</i> |              |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------|
|                                                                       |                          |                                                                   | <i>tar-<br/>to-<br/>mány</i>                                                        | <i>átlag</i> | <i>megfi-<br/>gyelé-<br/>sek sz.</i> |
| LH200                                                                 | LH105 X B73OL            | 4                                                                 | 43-26                                                                               | 34.6         | 5                                    |
| LH206                                                                 | LH150(5) X LH150 X B73OL | 0                                                                 | 43-24                                                                               | 31.4         | 10                                   |
| LH206                                                                 | LH105 X B73OL            | 4                                                                 | 47-30                                                                               | 38.1         | 9                                    |
| LH211                                                                 | LH105 X B73OL            | 4                                                                 | 35-21                                                                               | 26.1         | 8                                    |
| LH212                                                                 | LH216(5) X AEC272OL      | 0                                                                 | 31-20                                                                               | 25.1         | 10                                   |
| LH213                                                                 | LH216(5) X AEC272        | 0                                                                 | 45-25                                                                               | 34.4         | 13                                   |
| LH213                                                                 | LH18 X B73OL             | 3                                                                 | 58-33                                                                               | 46.1         | 8                                    |
| LH216                                                                 | AEC272OL                 | 4                                                                 | 36-24                                                                               | 30.5         | 6                                    |
| LH218                                                                 | LH216(5) X AEC272OL      | 0                                                                 | 31-18                                                                               | 24.3         | 11                                   |
| LH219                                                                 | LH216(5) X AEC272OL      | 0                                                                 | 34-25                                                                               | 28.8         | 9                                    |
| LH223                                                                 | B73OL                    | 4                                                                 | 45-28                                                                               | 34.2         | 10                                   |
| LH225                                                                 | LH18 X B73OL             | 4                                                                 | 51-26                                                                               | 34.3         | 15                                   |

A 6. táblázatban bemutatott 36 visszakeresztezett vonalból 17 20 tömeg% vagy ennél több olajsavat tartalmaz, míg 16 esetben az olajsavtartalom 11 tömeg% vagy ennél több. A többi vonal közül az LH150 a ciklusban csak egy csövet eredményezett, ezért a szegregálódásnak nem volt intervalluma, és az olajsavtartalomra vonatkozó tulajdonság az LH61 és LH219 visszakereszteződés esetében elveszett. Az eredmények azt mutatják, hogy a B73OL és AEC272OL eredményes donorként használható a nagy olajsavtartalom vonatkozásában, és a nagy olajsavtartalomra vonatkozó tulajdonság a különböző genetikai hátterekben megfelelő szinten fejeződik ki, ami egyszerű és hatékony szelektálást eredményez a visszakeresztezés során.

A B73OL és AEC272OL magokból extrahált olaj olajsavtartalma általában 60 tömeg%. Ez az olajsavszint a 6. táblázatban általában nem látható, mivel a vizsgált S1 csövek közül egyik sem volt homozigóta az AEC272OL és B73OL vonalakban található olajsav génekre. A visszakeresztezés során kapott vonalak végső olajsavtartalmának vizsgálatához több visszakeresztezésnél a második visszakeresztezés BC2 generációjú növényein önbeporzást végzünk, és így BC2 S1 magokat kapunk. A BC2 S1 magokat hordozó csövek megemelt olajsavtartalmat mutatnak a felhalmozott magok Newark-ban (Delaware, USA) 1990 nyarán szabadföldön történő termesztése során, amikor is a kapott növényeken önbeporzást végezve BC2 S2 magokat kapunk. Feltételezzük, hogy a fenti BC1 S2 növények egy része homozigóta a B73OL és AEC272OL vonalból származó nagy olajsavtartalom génre, és a homozigóta növé-

nyek BC2 S2 csöveiről származó magok egységesek a nagy olajsavtartalom vonatkozásában. A maradék BC2 S2 csövekről származó magok vagy a beltenyésztett kukorica vonalaknál szokásos olajsavtartalmat fejezik ki, vagy különböző típusú termések keverékét eredményezik. A BC2 S2 csöveknél tapasztalt olajsavtartalom felső határa jelzi azon magok számát, amelyek egységesen kifejezik a nagy olajsavtartalomra vonatkozó tulajdonságot. Mivel a BC2 S2 magok nukleáris genomjának mintegy 87 %-a a visszatérő szülőtől származik, Ez az olajsavszint általában jellemző az előállított beltenyésztett vonalak magjából extrahált olaj olajsavtartalmára, amikor a visszakeresztezési folyamat befejeződött.

**7. táblázat**

**BC2 S2 magokból extrahált olaj olajsavtartalma**

| <i>Vissza- Olajsavforrás<br/>térő<br/>szülő</i> |              | <i>Olajsavtartalom (tömeg%)<br/>tartó-      átlag      megfigye-<br/>mány                      lések sz.</i> |       |    |
|-------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|
| LH59                                            | AEC272OL     | 64-24                                                                                                        | 40.4  | 49 |
| LH60                                            | AEC272OL     | 59-43                                                                                                        | 43.6  | 39 |
| LH61                                            | LH105/B73OL  | 62-24                                                                                                        | 39.6  | 44 |
| LH74                                            | LH105/B73OL  | 62-26                                                                                                        | 40    | 16 |
| LH82                                            | AEC272OL     | 58-23                                                                                                        | 38.1  | 55 |
| LH85                                            | AEC272OL     | 61-23                                                                                                        | 36.7  | 51 |
| LH132                                           | LH105/B73OL  | 63-23                                                                                                        | 40.22 | 51 |
| LH132                                           | B73OL        | 58-22                                                                                                        | 39    | 50 |
| LH145                                           | LH105/B73OL  | 67-22                                                                                                        | 37.3  | 43 |
| LH146                                           | B73OL        | 64-22                                                                                                        | 40.8  | 48 |
| LH150                                           | LH105/B73OL  | 53-27                                                                                                        | 39.1  | 15 |
| LH163                                           | AEC272OL     | 58-26                                                                                                        | 39.5  | 45 |
| LH172                                           | LH105/B73OL  | 60-24                                                                                                        | 36.4  | 34 |
| LH192                                           | LH105/B73OL  | 70-32                                                                                                        | 52    | 46 |
| LH192                                           | AEC272OL     | 70-25                                                                                                        | 53.2  | 31 |
| LH195                                           | LH105/B73OL  | 61-22                                                                                                        | 35.6  | 55 |
| LH197                                           | LH105/B73OL  | 60-24                                                                                                        | 40.7  | 56 |
| LH198                                           | LH105/B73OL  | 68-26                                                                                                        | 42.6  | 53 |
| LH200                                           | LH105/B73OL  | 62-25                                                                                                        | 39.9  | 56 |
| LH206                                           | LH105/B73OL  | 50-24                                                                                                        | 35.6  | 44 |
| LH211                                           | LH105/B73OL  | 55-24                                                                                                        | 33.8  | 31 |
| LH212                                           | LH105/B73OL  | 62-22                                                                                                        | 41.8  | 34 |
| LH213                                           | LH18 X B73OL | 56-28                                                                                                        | 39.6  | 25 |
| LH216                                           | AEC272OL     | 47-25                                                                                                        | 32.2  | 33 |
| LH223                                           | B73OL        | 48-26                                                                                                        | 36.2  | 28 |
| LH225                                           | LH18 X B73OL | 48-30                                                                                                        | 41.3  | 20 |

A 6. táblázatban vizsgált 26 visszakeresztezett vonalból 19 eredményezett olyan csövet, amelynek magjai 57 tömeg% vagy ennél több olajsavat tartalmazó olajat adnak. Ezek közül négy esetben az olaj olajsavtartalma 65 tömeg% vagy ennél nagyobb, és a visszatérő szülőként LH192 vonalból kifejlesztett két visszakeresztezett vonalnál az olaj 70 tömeg% olajsavat tartalmaz. A 7. táblázat igazolja továbbá, hogy az LH61 esetben nagy olajsavtartalmú változatok különíthetők el, és az a tény, hogy a 6. táblázatnál hiányzik a nagy olajsavtartalmú LH61 változat, feltehetően annak köszönhető, hogy a visszakeresztezési program utolsó fázisában elmaradt a szelektálás, és nem annak eredménye, hogy az LH61 háttérnél szupreszíz hatás következett volna be.

Általánosságban kijelenthető, hogy az AEC272OL és B73OL vonalak a visszakeresztezéses módszernél előnyösen alkalmazhatók olyan beltenyésztett kukorica vonalak kidolgozásához, amelyek a legtöbb esetben olyan magot termelnek, ahol az olaj mintegy 60 tömeg% olajsavat tartalmaz. Néhány genetikai háttérnél az olajsav végső mennyisége elérheti a 70 tömeg%-ot. Feltételezhető továbbá, hogy az alkalmazott visszakereszteztől eltérő tenyésztési módszerek is felhasználhatók olyan új beltenyésztett vonalak kifejlesztéséhez, amelyek a legtöbb esetben mintegy 60 tömeg% olajsavat tartalmazó olajat eredményeznek, mivel az alkalmazott forrásoknál az olajsavtartalomra vonatkozó tulajdonság egyszerűen öröklődik, a tulajdonság könnyen szelektálható, és nem létezik olyan genotípusos vagy környezeti változékonyság, amely

elég kifejezett lenne a káros szelekcióhoz. Mivel a B73OL X AEC272OL hibrid magjainak olajsavtartalma 60 tömeg%, valószínű, hogy akár a B73OL-ből, akár az AEC272OL-ből származó beltenyésztett vonalak felhasználhatók olyan hibrid kombinációkhoz, amelyek mintegy 60 tömeg% olajsavat tartalmazó olajat eredményező hibrid kukorica termést adnak.

A 2. példa szerint mintegy 60 tömeg% olajsavat tartalmazó olajat hordozó termés nyerhető az AEC272OL, B73OL, ASKC28OL és standard beltenyésztett kukorica vonalak különböző kombinációjával. Az 5. példában bemutatott adatok szerint az AEC272OL vagy B73OL vonalból és nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú ASKC28OL vagy ennek származékai hím növényként történő alkalmazásában olyan beltenyésztett vonalak szelektálhatók, amelyek olajtartalma mintegy 6,5-10 tömeg%, és az olaj olajsavtartalma mintegy 60 tömeg%.

## Szabadalmi igénypontok

1. Kukorica termés, amelynek előállításához egy mezőgazdaságilag előnyös, nagyhozamú, nagy olajsavtartalmú, és adott esetben nagy olajtartalmú női kukorica növényt közeli szomszédságba ültetünk egy nagy olajtartalmú, nagy olajsavtartalmú, adott esetben nagyhozamú és/vagy mezőgazdaságilag előnyös hím kukorica növényéhez.

2. Az 1. igénypont szerinti termés *azzal jellemezve, hogy* olyan nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú hím szülőnövényt alkalmazunk, amely önbeporzáskor vagy egyenesági beporzáskor 0 % nedvességtartalomnál az össz magtömegre vonatkoztatva 7,5-20 tömeg% olajtartalmú és a mag össz olajtartalmára vonatkoztatva legalább mintegy 55 tömeg% olajsavtartalmú magot eredményez.

3. Az 1. igénypont szerinti termés, *azzal jellemezve, hogy* olyan mezőgazdaságilag előnyös női szülőt alkalmazunk, amely önbeporzáskor vagy egyenesági beporzáskor 0 % nedvességtartalomnál mérve az össz magtömegre vonatkoztatva mintegy 2-7,5 tömeg% olajtartalmú és az össz olajtartalomra vonatkoztatva legalább mintegy 55 tömeg% olajsavtartalmú magot eredményez.

4. Az 1. igénypont szerinti kukorica termés, *azzal jellemezve, hogy* olyan nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú hím szülőt alkalmazunk, amely önbeporzáskor vagy egyenesági beporzáskor 0 % nedvességtartalomnál mérve az össz magtömegre vonatkoztatva 7,5-20 tömeg% olajtartalmú és az össz olajtartalomra vonatkoztatva legalább mintegy 55 tömeg% olajsavtartalmú magot eredményez, és olyan mezőgazdaságilag előnyös női szülőt alkalmazunk, amely önbeporzáskor vagy egyenesági beporzáskor 0 % nedvességtartalomnál mérve az össz magtömegre vonatkoztatva mintegy 2-7,5 tömeg% olajtartalmú és az össz olajtartalomra vonatkoztatva legalább mintegy 55 tömeg% olajsavtartalmú magot eredményez.

5. A 4. igénypont szerinti termés, *azzal jellemezve, hogy* 0 % nedvességtartalomnál mérve az össz magtömegre vonatkoztatva legalább 6 tömeg% olajtartalmú női szülőt alkalmazunk.

6. A 4. igénypont szerinti termés, *azzal jellemezve, hogy* az össz magtömegre vonatkoztatott olajsavtartalom mintegy 3-7 tömeg%.

⑦ ASKC28OL fajtanevű, nagy olajsavtartalmú és nagy olajtartalmú kukorica fajta, amelynek ATCC deponálási száma 97042.

8. B73OL fajtanevű, nagy olajsavtartalmú beltenyész-  
tett kukorica vonal, amelynek ATCC deponálási száma  
97026.

9. AEC272OL fajtanevű, nagy olajsavtartalmú belte-  
nyészett kukorica vonal, amelynek ATCC száma 97027.

10. Az 1. igénypont szerinti kukorica termésből tet-  
szőleges leszármazással kapott utódnövény vagy növény-  
rész.

11. A 2. igénypont szerinti kukorica termésből tetsző-  
leges leszármazással kapott utódnövény vagy növényrész.

12. A 4. igénypont szerinti kukorica termésből tetsző-  
leges leszármazással kapott utódnövény vagy növényrész.

13. A 7. igénypont szerinti kukorica vonalból tetsző-  
leges leszármazással kapott utódnövény vagy növényrész.

14. A 8. igénypont szerinti kukorica vonalból tetsző-  
leges leszármazással kapott utódnövény vagy növényrész.

15. A 9. igénypont szerinti kukorica vonalból tetsző-  
leges leszármazással kapott utódnövény vagy növényrész.

16. A 10., 11., 12., 13., 14. és/vagy 15. igénypont  
szerinti növény vagy növényrész szövetének tenyésztésé-  
vel regenerált kukorica növény és annak magja.

17. Eljárás megváltoztatott zsírsavtartalmú, így olajsavtartalmú kukorica fajták kifejlesztésére, *azzal jellemezve, hogy* a magot vagy virágport kémiai mutagénnel kezeljük, és így mutáns növényt állítunk elő.

18. A 17. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve, hogy* mutagénként etil-metán-szulfonátot és/vagy nitrozo-metil-karbamidot alkalmazunk.

19. A 17. igénypont szerint előállított kukorica fajta, amelynek mintegy 0 % nedvességtartalomnál mért össz olajsavtartalma a mag össz olajtartalmára vonatkoztatva legalább mintegy 55 tömeg%.

20. Eljárás sertéshús és baromfi hús minőségének javítására, *azzal jellemezve, hogy* a sertést vagy baromfit 1. vagy 4. igénypont szerinti nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú terméssel etetjük.

21. Az 1., 2. vagy 4. igénypont szerinti termésből származó olaj, *azzal jellemezve, hogy* oxidációs stabilitása 50-120 %-kal nagyobb, mint a szokásos kukoricanövényből nyert olaj oxidációs stabilitása, ahol a fokozott oxidációs stabilitást antioxidáns alkalmazása nélkül érjük el.

22. A 21. igénypont szerinti olaj alkalmazása táplálkozási, állattakarmányozási, főzési és ipari célokból.

23. Mezőgazdaságilag előnyös kukorica fajta, amely 0 % nedvességtartalomnál mérve az össz magtömegre vonatkoztatva 5-10 tömeg% olajsavtartalommal rendelkezik.

24. Az 1., 3. vagy 4. igénypont szerinti termés, *azzal jellemezve, hogy* a termés előállításához alkalmazott női szülőt kémiai, mechanikai vagy genetikai módon hím sterilé tesszük.

25. A 4. igénypont szerinti kukorica termés, *azzal jellemezve, hogy* a női növény és a hím növény nagy olajsavtartalmát B73OL fajtanevű, nagy olajsavtartalmú, beltenyésztett kukorica vonal alkalmazásával biztosítjuk, amelynek ATCC deponálási száma 97026.

26. A 4. igénypont szerinti kukorica termés, *azzal jellemezve, hogy* a női növény és hím növény nagy olajsavtartalmát AEC272OL fajtanevű, nagy olajsavtartalmú, beltenyésztett kukorica vonal alkalmazásával biztosítjuk, amelynek ATCC deponálási száma 97027.

27. A 4. igénypont szerinti kukorica termés, *azzal jellemezve, hogy* a női növény nagy olajsavtartalmát B73OL fajtanevű, nagy olajsavtartalmú, beltenyésztett kukorica vonal alkalmazásával biztosítjuk, amelynek ATCC deponálási száma 97026, és a hím növény nagy olajsavtartalmát AEC272OL fajtanevű, nagy olajsavtartal-

mú, beltenyésztett kukorica vonal alkalmazásával biztosítjuk, amelynek ATCC deponálási száma 97027.

28. A 4. igénypont szerinti kukorica termés, *azzal jellemezve, hogy a női növény nagy olajsavtartalmát* AEC272OL fajtanevű, nagy olajsavtartalmú, beltenyésztett kukorica vonal alkalmazásával biztosítjuk, amelynek ATCC deponálási száma 97027, és a *hím növény nagy olajsavtartalmát* B73OL fajtanevű, nagy olajsavtartalmú, beltenyésztett kukorica vonal alkalmazásával biztosítjuk, amelynek ATCC deponálási száma 97026.

29. Az 1. igénypont szerinti kukorica termés, *azzal jellemezve, hogy a közeli szomszédságba ültetett növények összes magját betakarítjuk.*

30. Az 1. igénypont szerinti kukorica termés, *azzal jellemezve, hogy csak a közeli szomszédságba ültetett női szülő növény által termelt magokat takarítjuk be.*

31. Kukorica termés, amelynek előállításához egy mezőgazdaságilag előnyös, nagyhozamú, nagy olajsavtartalmú, és adott esetben nagy olajtartalmú női szülőt közeli szomszédságba ültetünk egy nagy olajtartalmú, nagy olajsavtartalmú, adott esetben nagyhozamú, és/vagy mezőgazdaságilag előnyös hím szülővel, ahol a hői szülő hím szülőhöz vonatkoztatott aránya legalább 3:1.

32. A 31. igénypont szerinti kukorica termés, ahol a női szülő hím szülőre vonatkoztatott aránya 6:1.

33. A 31. igénypont szerinti kukorica termés, ahol a női szülő hím szülőre vonatkoztatott aránya 9:1.

34. Kukorica termés, amelynek előállításához

a) szabad földön közeli szomszédságba ültetjük

1) egy nagyhozamú, mezőgazdaságilag előnyös és nagy olajsavtartalmú kukorica fajta magjait, amelyből női kukorica növények fejlődnek, amelyeket genetikai, mechanikai vagy kémiai módon vagy ezek kombinációjával hím sterillé alakítunk, és

2) egy nagy olajtartalmú, nagy olajsavtartalmú, és adott esetben nagyhozamú hím kukorica növény magjait, amelyekből beporzásra alkalmas nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú kukorica növények fejlődnek, ahol a nagyhozamú hím fajta magjainak aránya a nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú hím fajta magjaihoz legalább 3:1,

b) a nagy olajtartalmú és nagy olajsavtartalmú hím kukorica növénnel beporozzuk a női kukorica növényt,

c) a kapott kukorica magokat az összes növényről betakarítjuk, és így nagy hozamban olyan kukorica ter-

mést kapunk, amely 0 % nedvességtartalomnál mérve az össz magtömegre vonatkoztatva 6-12 tömeg% olaj koncentrációt és az össz olajtartalomra vonatkoztatva legalább mintegy 55 tömeg% olajsav koncentrációt mutat.

A meghatalmazott:

DANUBIA  
Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.  
10.  
Schläfer László  
szabadalmi ügyvivő

67. oldal  
0. oldal

67  
Schläfer